

TREBALL FI DE GRAU

Grau en Enginyeria Química

**ANÀLISI I PROPOSTA DE MILLORES PELS SUBSISTEMES
LOGÍSTICS EN UNA FÀBRICA PAPERERA DE CONVERTING**



Memòria i Annexos

Autor: Jaume López Llorach
Director: Bruno Domènech
Convocatòria: Abril 2019

Resum

La logística integral o la gestió de la cadena de subministrament s'ha convertit en els últims anys en una eina clau per a les empreses per generar valor a partir de la millora en la gestió, la planificació i el control del flux dels materials des dels proveïdors fins al client.

Aquest projecte té com a objecte de treball una empresa situada a les comarques centrals de Catalunya que compra, produeix i ven productes manipulats de paper. Sobre aquesta, s'analitza i estudia els sistemes principals que formen part de la logística integral, l'aprovisionament, la producció i la distribució, descrivint els elements que els componen i les seves característiques principals. Posteriorment, a partir de models i idees contemporànies en els diferents camps, es planteja un conjunt de millores i un model interrelacionat per la gestió de totes les activitats i tasques amb l'objectiu que sigui el més adequat en recursos i costos, a l'hora que es garanteix un bon servei al client.

Finalment s'ha pogut determinar un model robust que integra totes les parts del sistema, i que quantifica i especifica les necessitats i requeriments de les diferents àrees i departaments perquè s'executi.

Resumen

La logística integral o gestión de la cadena de suministro se ha convertido en los últimos años en una herramienta clave para las empresas para generar valor a partir de la mejora en la gestión, la planificación y el control del flujo de materiales desde el proveedor hasta el cliente.

Este proyecto tiene como objeto de trabajo una empresa situada en las comarcas centrales de Catalunya que compra, produce y vende productos manipulados de papel. Sobre está, se analiza y estudia los sistemas principales que forman parte de la logística integral, el aprovisionamiento, la producción y la distribución, describiendo los elementos que los componen y sus características principales. Posteriormente, a partir de modelos e ideas contemporáneas en los distintos campos, se plantea un conjunto de mejoras y un modelo interrelacionado para la gestión de todas las actividades e tareas con el objetivo que sea el más adecuado en recursos e costes, al mismo tiempo que se garantiza un buen servicio al cliente.

Finalmente se ha podido determinar un modelo robusto que integra todas las partes del sistema, e que cuantifica y especifica las necesidades y requerimientos de las distintas áreas y departamentos para que se ejecute.

Abstract

Integral logistics or supply chain management has become in the last few years a key tool for companies to create value from the improvement in the management, planning and control of the flow of materials from supplier to the client.

This project has as its object of work a company located in the central region of Catalonia that buys, produces and sells products manipulated of paper. About this company, are analysed and described the main systems that are part of the integral logistics, procurement, production and distribution, describing the elements that compose them and their main characteristics. Subsequently, based on models and contemporary ideas in the different fields, a set of improvements and an interrelated model are proposed for the management of all activities and tasks with the aim to be the most appropriated in resources and costs, at the same time a good customer service is guaranteed.

Finally, it has been feasible to determinate a robust model that integrates all the parts of the system, which quantifies and specifies the needs and requirements of the different areas and departments to be executed.



Glossari

σ : desviació estàndard

μ : mitjana aritmètica

C_{MP} : cost de les matèries primes d'una unitat de producte.

C_{TP} : cost associat al temps de producció d'una unitat de producte.

$C_{Transport}$: cost del transport

CI : cost d'emmagatzematge i manteniment del inventari

CM : cost de materials i temps de producció

CO : cost d'ordenar la producció o la compra

CT : cost total

CSL : nivell de servei del cicle (*Cycle Service Level*)

D : demanda mitjana

DS : disponibilitat de producte

EOQ : lot de comanda econòmic (*Economic Order Quantity*)

EP : entregues programades de producte

FC : moment en que finalitza la producció

h : fracció del cost d'inventari

IC : moment en que s'inicia la producció

L : període de temps d'aprovisionament o execució de la producció

N : nombre de fabricacions o compres

NN : necessitats netes de producte

NB : necessitats brutes de producte

Q : lot de compra o fabricació

Q_{\min} : lot de compra o fabricació mínim

ROP : punt de reaprovisionament (*Reorder Point*)

S : cost de realitzar la producció o compra

S_m : stock mitjà

SP : sol·licitud programada de producte

SS : stock de seguretat

T : temps de servei o producció

T_P : temps de producció

T_S : temps de servei



Índex

RESUM	I
RESUMEN	II
ABSTRACT	III
GLOSSARI	V
1. INTRODUCCIÓ	3
1.1. Objectius del treball.....	3
1.2. Abast del treball.....	4
1.3. Metodologia del treball.....	4
2. CONTEXTUALITZACIÓ DE L'EMPRESA I EL PROJECTE	7
2.1. Introducció.....	7
2.2. Paper tissú.....	7
2.3. L'acabat.....	8
2.4. Productes.....	9
2.5. La logística integral.....	17
3. APROVISIONAMENT	19
3.1. Matèries primes.....	20
3.2. Producte manipulats.....	26
4. PRODUCCIÓ	27
4.1. Línies de producció.....	27
4.1.1. Italconverting.....	28
4.1.2. Echo.....	36
4.1.3. Perini.....	41
4.1.4. Mantelera Manzoni.....	47
4.1.5. Mantelera Cisatec.....	51
4.1.6. Toallera Wally.....	54
4.2. Cost per línia de producció.....	58
4.3. Llistes de materials.....	58
5. DISTRIBUCIÓ	60
5.1. Zones d'emmagatzematge.....	61
5.1.1. Producte manipulats.....	62

5.1.2.	Matèries primes	64
5.2.	Distribució interna	66
5.3.	Distribució externa.....	67
6.	GESTIÓ DEL INVENTARI	71
6.1.	Estudi de la demanda.....	71
6.2.	Classificació ABCD	74
6.3.	CSL - Nivell de servei de cicle	75
6.4.	EOQ – Lot econòmic.....	80
7.	NECESSITATS DE PRODUCCIÓ	92
7.1.	Planificació de la producció	92
7.2.	Necessitats de personal	98
8.	NECESSITATS DE MATERIALS	100
9.	NECESSITATS D'ESPAI	114
9.1.	Producte manipulat	114
9.2.	Matèries primes.....	115
10.	OPTIMITZACIÓ DE LA DISTRIBUCIÓ INTERNA	124
11.	MILLORA DELS COSTOS DE DISTRIBUCIÓ EXTERNA	129
12.	ANÀLISI DE L'IMPACTE AMBIENTAL	134
	PRESSUPOST I/O ANÀLISI ECONÒMICA	136
	CONCLUSIONS	139
	BIBLIOGRAFIA	141
	ANNEX A – MATÈRIES PRIMES	143
	ANNEX B – MRP	147
	ANNEX C – TAULA DISTANCIES DE LES RUTES DE DISTRIBUCIÓ INTERNA	151
	ANNEX D – NECESSITATS DE PRODUCCIÓ	152
	ANNEX E – GESTIÓ DEL INVENTARI	153
	ANNEX F – PLÀNOLS	155
	ANNEX G – TARIFES OPERADORS LOGÍSTICS	159



1. Introducció

En aquest projecte es busca, a partir d'un cas real i concret, analitzar i modelitzar la gestió de la cadena de subministrament i la logística integral en els sistemes principals en que hi participa: l'aprovisionament, la producció i la distribució.

Per poder dur-ho a terme, és necessari conèixer i analitzar tots els elements particulars del cas amb l'objectiu de que s'ajusti correctament a la realitat, de forma que pugui tenir una aplicació real per a una millor gestió i control, així com una millora econòmica.

Partint de l'estudi dels elements i processos d'aquests camps, juntament amb teories i models contemporanis relacionats amb la gestió de cada un d'ells, es busca establir el model de funcionament de tots els processos d'una forma interrelacionada per reduir els costos que se'n deriven, tenint en consideració les característiques del cas en particular i la política o estratègia a seguir a nivell de servei.

1.1. Objectius del treball

L'objectiu principal del projecte és estudiar i analitzar els elements i tasques que conformen la cadena de subministrament en l'empresa que és objecte d'estudi, a partir dels diferents sistemes logístics que la componen; i establir un model que integri tots aquests camps interrelacionats i que sigui adequat a nivell de recursos i costos, tenint en compte totes les especificacions i restriccions que es deriven de les característiques del cas. A partir d'aquest, se'n deriven els següents objectius específics:

- Estudiar idees relacionades amb la gestió de la cadena de subministrament o la logística integral.
- Estudiar i analitzar detalladament els sistemes logístics d'un cas en concret.
- Estudiar formes de reduir cost associat al transport al client final.
- Establir un model de gestió de la cadena de subministrament que optimitzi el seu cost a partir de les característiques i paràmetres que s'estableixen.
 - Definir un model de gestió d'inventari que sigui òptim en cost i viable segons les característiques del cas del treball, acord amb la demanda i la política de servei.
 - Definir com es portarà a terme aquest model a nivell de producció i quines necessitats se'n deriven a nivell de personal.
 - Definir les necessitats de matèries primes derivades del model establert i establir el sistema que permeti optimitzar l'aprovisionament, tenint en compte les especificacions de cada una d'elles.
 - Determinar el espai necessari per portar a terme el model i la seva viabilitat.
 - Definir la ubicació dels materials per optimitzar els temps de distribució interna.

1.2. Abast del treball

Aquest projecte ha permès estudiar i estructurar la gestió des de la perspectiva de la logística integral d'un cas concret i estipular com s'organitzaran les diferents àrees que conformen la cadena de subministrament del producte per garantir que aquesta es dugui a terme correctament, tan a nivell de costos, establint les quantitats a fabricar i quan es fabricaran; com a nivell de planificació, tant de la producció com del aprovisionament; com d'organització, en l'execució de les tasques i ubicació dels materials.

Tot els elements i punts tractats, s'han ajustat de la forma més acurada i versemblant a la realitat del cas perquè realment sigui un model que pugui arribar a aplicar-se; tot i així hi ha certes consideracions que no es contemplen i suposicions que s'apliquen que en un cas real caldria ajustar, per exemple, la suposició que el pla es pot dur a terme amb la precisió que s'ha determinat, sense retards, amb un personal polivalent i horaris específics, problemes d'aprovisionament o retards, acumulacions de producte obsolet, etc.

Tot i això, s'ha aconseguit obtenir un model que s'ajusta a les especificacions marcades i que d'una forma raonada i coherent engloba i relaciona tots els elements que es volien treballar, seguint un línia de treball ben construïda i totalment interrelacionada.

1.3. Metodologia del treball

Inicialment s'introdueix en el concepte de la logística integral i els punts que engloba amb l'objectiu que s'entengui l'estructuració dels passos que es realitzaran.

Posteriorment es parla més detalladament del cas en particular, la situació de l'empresa, el sector i les característiques dels seus productes per poder contextualitzar i fer que els lectors tinguin certs coneixements de les característiques del cas.

A partir d'aquí, s'analiza els tres subsistemes exposant els elements que en formen part i els processos que hi son presents. En cada un s'introdueix els punts que s'ha treballat i seran necessaris per entendre tots els passos que es seguiran a continuació, la introducció i exposició de les matèries primes, les diverses línies de producció i les seves característiques, temps de producció, canvis i processos, junt amb la quantificació dels costos que se'n deriven, les llistes de materials, l'anàlisi de la nau i els diferents espais que la componen, els moviments que es realitzen i característiques de les comandes que es gestionen.

Acabat tot l'anàlisi i introducció del cas, s'entra a construir un model que sigui estable, robust i econòmic, a partir de definir la estratègia que es vol seguir. Aquest model s'inicia amb tota la gestió

que es portarà a terme amb l'inventari partint de tota la informació relativa a la demanda, obtinguda a partir de tots els moviments dels productes en el període 2017-18 obtinguda del ERP de l'empresa, informació que ha estat organitzada i treballada, i fusionada amb les fitxes tècniques de cada un dels productes, entenent les diferències que són presents respecte les característiques, l'obtenció o fabricació, el seu emmagatzematge, entre d'altres. A partir d'això, s'ha estipulat dues categoritzacions més, apart del tipus de producte en sí, la primera referent al servei al client, definint la quantitat d'estock que es tindria de cada un dels productes a partir de les dades de demanda, la seva rotació i el volum que representa dins la companyia; i per altra banda segons els requeriments que tenia a nivell productiu, ja que afecta directament a la decisió de la forma en que es produirà i el cost que suposa.

Amb totes aquestes dades obtingudes, es decideix treballar per definir el model a partir de la gestió que es farà del producte manipular, amb l'objectiu d'aconseguir el cost mínim possible. A partir del model de Wilson, adaptat a les característiques i especificacions al cas concret, les línies de producció i obtenció dels productes; es quantifica els costos que se'n deriven i s'obté una solució que els minimitza subjecte a les restriccions establertes, i permet especificar les quantitats i cada quan es produirà o comprarà cada producte; i a partir d'això obtenir i estudiar totes les necessitats i requeriments que tindrà dur a terme aquest model.

A continuació, s'entra en el sistema productiu i com s'organitzarà la planificació de la producció dels resultats obtinguts, per tant definir el pla mestre de producció, tenint en compte el personal necessari en cada línia i la duració i periodicitat del cicle. L'objectiu és definir aquesta planificació que sigui el més estable possible a nivell de torns i personal però garantint al màxim que s'executi segons els paràmetres marcats perquè sigui coherent amb la solució obtinguda. A partir del millor resultat obtingut, queda determinat els torns que es realitzaran cada una de les setmanes i es dimensiona la plantilla que seria necessària per dur-ho a terme.

Estipulat el pla mestre de producció, queda determinat concretament quan es fabricarà cada cicle i per tant, es pot quantificar que es necessitarà a nivell de materials perquè es pugui dur a terme. A partir de totes les dades referents a les llistes de materials de cada producte i els resultats, s'obté les matèries primes que s'utilitzaran en cada període. Juntament amb les dades obtingudes en l'estudi previ del temps de servei dels proveïdors i la compra mínima de cada producte, s'estableix un sistema MRP per determinar quan s'han de realitzar les ordres de compra, per tenir disponibilitat de tots els productes quan son necessaris però tenint la quantitat mínima en stock.

Arribat a aquest punt, la cadena de subministrament està pràcticament organitzada, i s'entra a treballar en el representa a nivell d'ocupació del espai, que es considera una peça important per determinar la viabilitat del model. S'analitza a partir dels resultats obtinguts a nivell de materials, les quantitats de matèries primes que tindriem a cada període i el espai que ocupen, i es contraposa amb l'estudi fet del espai disponible per a emmagatzemar-les.

Comprovada la viabilitat a nivell d'espai, es busca determinar on col·locarem cada un dels materials amb l'objectiu de minimitzar els temps de distribució interna. Per realitzar-ho es calcula la rotació de cada un, la quantitat de consum i varies consideracions a nivell d'on i com es consumeix i s'emmagatzema; i a partir del estudi de tots els espais, es distribueix les diferents matèries primes.

Per últim, s'aborda el punt de la distribució externa, buscant una solució a la problemàtica més important determinada. Com possible solució per aconseguir una reducció dels costos de distribució, es contacta amb dos operadors logístics per obtenir tarifes referents al transport al client final des d'un centre de distribució. A partir de les tarifes reals registrades, es determina quines zones i quantitat de producte, seria rentable fer ús d'aquest servei, i el estalvi que significaria a partir de les dades dels últims dos anys.

2. Contextualització de l'empresa i el projecte

2.1. Introducció

El objecte d'estudi és una empresa del sector del paper que esta dins d'un grup que, per una banda, disposa de dues plantes de fabricació de bobines de paper per a posterior manipulació, una especialitzada en paper reciclats crepats i l'altre en paper tissú a partir de pasta verge o pura. Per altre banda, disposa de dues plantes de manipulats, que transformen les bobines en productes de consum, sobretot destinat a grans consumidors. Cada una d'aquestes plantes està especialitzada en un tipus de productes en concret i entre elles existeix una relació de col·laboració i compra-venda perquè cada una tingui les seves necessitats cobertes, com també és la situació entre les plantes que fabriquen les bobines.

La planta en que ens centrem nosaltres està ubicada en una comarca de la Catalunya central, a uns 60 km de Barcelona, i en la mateixa ubicació on s'ubica hi ha la planta de fabricació de bobines de paper tissú, fet que comporta que es comparteixi magatzem i que el subministrament de certes qualitats de paper sigui més fàcil.

Està especialitzada en la producció de productes manipulats de tissú per dispensadors o en format de rotllo d'higiene industrial, que inclou tan productes higiènics (que es dissolen en aigua) com resistent a la humitat; productes de higiene domèstica i productes de sobretaula, concretament mantells.

L'estratègia de la companyia des de fa uns anys, condicionat per les grans companyies del sector que tenen una la major part del mercat, s'ha basat en la personalització i fidelització de petits i mitjans client, adaptant i creant de forma recurrent nous productes i fent que existeixi una varietat de productes enorme amb totes les conseqüències que té a nivell de producció, gestió de comandes i emmagatzematge.

2.2. Paper tissú

El paper tissú és un tipus de paper que es caracteritza per la seva absorbència, suavitat i estirament. A diferència de la gran majoria de tipus de paper, el paper tissú presenta una microarruga en tota la seva superfície anomenat **crepat** que es la base de les característiques que el defineixen ja que permet augmentar la superfície del paper. Tenen un gramatge baix, normalment oscil·len entre els 15-40 g/m², i molts dels productes finals acaben tenint més d'una capa.

El paper tissú pot ser fabricat tan amb pasta pura com amb pasta reciclada i té un afecte directe en el producte que resultarà a nivell de característiques. Fins i tot, dins de la pasta pura, existeixen diferents

tipus de fibra, com per exemple la fibra curta i llarga, la proporció de les quals tindrà un efecte decisiu en, per exemple, la resistència longitudinal o la suavitat.

A partir dels químics que se li afegeixen, apart dels indispensables perquè la pasta tingui les característiques necessàries per formar el paper en les condicions correctes, ens permet reforçar les seves característiques, com podria ser la suavitat i, fins i tot modificar-les, com per exemple aconseguir un color més blanc. Una característica indispensable es si el paper és o no resistent a la humitat (RH o WR en anglès), que s'aconsegueix a partir de la aplicació d'un químic durant la manipulació de la pasta i és bàsic per una gran gamma de productes.

2.3. L'acabat

Quan parlem de producte manipulats, com és el cas, es coneix com a acabats el tractament en que el paper ha estat treballat per aconseguir unes característiques concretes en la superfície del paper.

En termes generals, l'acabat és la unió de les capes del paper presents en el producte i aquest es el principal objectiu, però apart d'això, hi ha cert processos d'acabat que permeten que el producte esdevingui més voluminós o sigui més suau.

En el nostre cas en particular existeixen tres tipus d'acabat que anomenarem acabats llis, gofrats i laminats.

El acabats llis consisteix en la unió física de les capes a partir de pressió aplicada per grafiladors que consisteixen en unes peces metàl·liques en forma de disc amb un gravat a la part externa, que es la que te contacte amb el paper. Es considera l'acabat més simple o bàsic.

El acabats gofrats també es una unió física a partir de pressió, com el llis, la diferencia es que aquesta pressió s'aplica a partir d'uns cilindres d'acer que apliquen en tot el ample del paper de manera que aquest queda unit i marcat en tota la seva extensió i d'una forma més consistent. Apart d'això la pressió exercida permet donar al producte amb un volum i tacte diferent que el del paper inicial ja que la força permet separar i trencar les fibres que conformen el paper en certa mesura. Per suposat, aquest procediment treu una part de la resistència que el paper inicial tenia al debilitar les seves unions internes.

Per últim tenim el laminat, aquest tipus d'acabat es el únic en que la unió no es únicament aplicat per pressió sinó que aquesta es deguda a l'aplicació d'una cola en una de les capes del paper i posteriorment passa per uns cilindres que ajunten físicament les capes. Aquest es l'únic dels tres acabats que no es pot aplicar a productes d'una sola fulla. Aquesta tècnica proporciona al producte un

acabat molt resistent a nivell de unió i, a més a més, permet aconseguir una suavitat i volum molt més notable que el gofrat.

Lògicament, la fabricació d'aquests productes comporta un cost, manteniment i ajustos que fa que sigui el acabat més valorat de tots.

2.4. Productes

En aquest apartat s'explicarà els productes que es fabriquen concretament en la planta estudiada a partir de les diverses famílies que hi ha i citant les característiques principals que els defineixen.

Com s'ha esmenat anteriorment tenim productes de paper tissú que provenen 100% de cel·lulosa de pasta pura o pasta verge, que representa una gran part de la gama de productes que tenim, i altres que tenen un percentatge de pasta reciclada. Tots els productes que presentarem es poden fabricar independentment del origen de la matèria prima, tot i així hi ha certs productes que únicament es fabriquen amb un dels dos tipus de paper, en la majoria de casos pel reduït mercat que tenen.

Per altre banda, com hem comentat prèviament tenim com a element important la resistència a la humitat, que si que defineix els productes ja que es vital pel ús de cadascun.

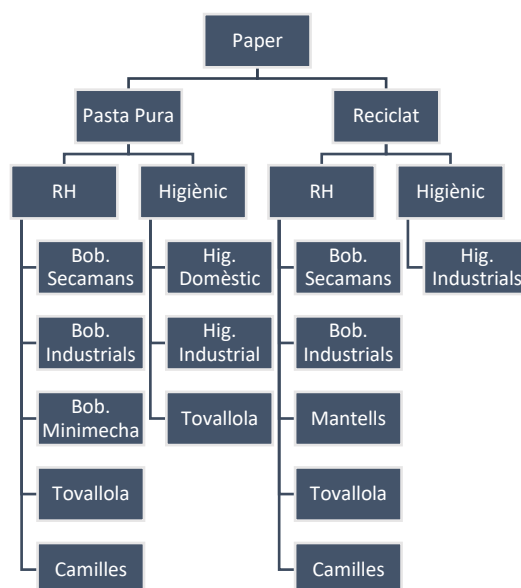


Figura 2.1. Esquema famílies productes segons el paper (Font: Pròpia)

Altres característiques que defineixen aquestes tipus de productes són el gramatge, el nombre de capes, l'ample, el diàmetre, l'acabat, el nombre de unitats per paquet i el diàmetre i tipus de tub. (algunes no ho son en el cas dels mantells i les tovalloles).

Hi ha certs conceptes que cal tenir clars per poder entendre bé les explicacions que es faran tant sobre els productes com el procés productiu.

Primer de tot cal diferenciar els productes en dos grans grups, el primer és el que definim com a productes d'higiene de nivell industrial, compostat per les totes les bobines, els higiènics i les camilles.

En aquests productes el **rotllo** és la unitat més petita que trobem, que es podria definir com la unitat de consum humà i esta compostat per un tub central i el paper enrotllat al seu voltant.

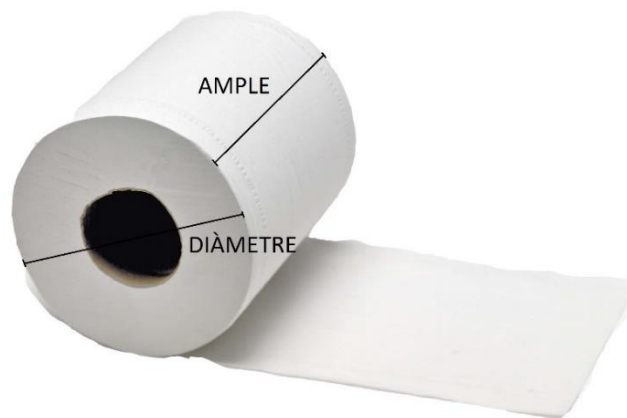


Figura 2.2. Terminologia del paràmetres d'un rotllo (Font: www.ngdistribuciones.com)

Un rotllo s'obté en tots els productes, a partir de tallar una **canya**, que es el element que es forma al inici del procés.



Figura 2.3. Imatge d'una canya (Font: Pròpia)

Un conjunt de rotllos plastificats formen el **paquet** que és la unitat de venda i emmagatzematge i depèn del producte esta conformat per més o menys rotllos.

Per altre banda, els higiènics domèstics, tenen un segon empaquetat de plàstic anomenat **sac** que està compostat de múltiples paquets.

Per altre banda tenim els productes que posteriorment veurem on la unitat final de venda i emmagatzematge es una **caixa** que pot estar composta per varis paquets plastificats del producte.

Per últim, com es normal, tots els productes es col·loquen i s'emmagatzemen en **palets** i cada producte va en unes quantitats concretes en aquest. Es important entendre que a nivell d'espai la unitat per valorar serà el palet, que seria equivalent al m².

A continuació es mostren els diferents tipus de productes junt amb una taula amb les seves característiques:

Bobines secamans (BS)



Celulosa	Pasta pura o reciclada
RH/HIG	RH
Gramatge i nº capes	17 i 21,5 g/m ² - 2 capes
	23 g/m ² - 1 capa
Ample	19'5, 21'2 i 23 cm
Diàmetre	17 a 20 cm
Acabat	Llis, gofrat o laminat
Unitats paquet	6
Tub	Extraible
	ø 72 o 76 mm
Línies de producció	Italconverting
	Echo

Figura 2.4. Imatge i taula amb les característiques del producte BS (Font: Amazon.es/Pròpia)

Bobines industrials (BI)



Cel·lulosa	Pasta pura o reciclada
RH/HIG	RH
Gramatge i nº capes	17 i 21,5 g/m ² - 2 capes
	23 g/m ² - 1 capa
Ample	23 i 25 cm
Diàmetre	28 a 40 cm
Acabat	Llis, gofrat o laminat
Unitats paquet	2
Tub	Extraible
	ø 72 o 76 mm
Obtenció	Italconverting
	Echo

Figura 2.5. Imatge i taula amb les característiques del producte BI (Font: Amazon.es/Pròpia)

Bobines mini-secamans (BM)

Cel·lulosa	Pasta pura
RH/HIG	RH
Gramatge i nº capes	17 i 21,5 g/m ² - 2 capes
	23 g/m ² - 1 capa
Ample	19'5 cm
Diàmetre	11 a 14 cm
Acabat	Llis, gofrat o laminat
Unitats paquet	6 o 12
Tub	Extraïble
	ø 45 mm
Obtenció	Italconverting
	Echo
	Compra

Figura 2.6. Imatge i taula amb les característiques del producte BM (Font: Amazon.es/Pròpia)

Bobines “autocut” (BA)

Cel·lulosa	Pasta pura o reciclada
RH/HIG	RH
Gramatge i nº capes	38 g/m ² - 1 capes
	23 g/m ² - 2 capes
Ample	20 cm
Diàmetre	17 a 20 cm
Acabat	Laminat
Unitats paquet	6
Tub	No extraïble
	ø 45 mm
Obtenció	Italconverting
	Echo
Altres	Tipo de paper especial amb més resistència
	No té pretall

Figura 2.7. Imatge i taula amb les característiques del producte BA (Font: Amazon.es/Pròpia)

Higièncs industrials (HI)

Cel·lulosa	Pasta pura o reciclada
RH/HIG	HIG
Gramatge i nº capes	18 g/m ² - 2 capes 23 g/m ² - 1 capa
Ample	8'5, 9 i 9,5 cm
Diàmetre	16 a 25 cm
Acabat	Llis, gofrat o laminat
Unitats paquet	6, 12 o 18
Tub	No extraïble ø 45, 60 o 76 mm
Obtenció	Italconverting Echo

Figura 2.8. Imatge i taula amb les característiques del producte HI (Font: Amazon.es/Pròpia)**Higièncs domèstics (HD)**

Cel·lulosa	Pasta pura
RH/HIG	HIG
Gramatge i nº capes	16g/m ² - 2 capes
Ample	8'5, 9 i 9,5 cm
Diàmetre	10 a 12 cm
Acabat	Laminat
Unitats paquet	4, 6 o 12
Unitats sac	8/9 (12), 10/14 (6), 24 (4)
Tub	No extraïble ø 45 mm
Obtenció	Perini

Figura 2.9. Imatge i taula amb les característiques del producte HD (Font: Amazon.es/Pròpia)

Higiènic cuina (HC)

Cel·lulosa	Pasta pura
RH/HIG	RH
Gramatge i nº capes	21 g/m ² - 2 capes
Ample	23 cm
Diàmetre	10 a 12 cm
Acabat	Laminat
Unitats paquet	2 o 4
Unitats sac	12 o 24
Tub	No extraïble
	ø 45 mm
Obtenció	Perini

Figura 2.10. Imatge i taula amb les característiques del producte HC (Font: Amazon.es/Pròpia)

“Camilles” (CV/CR)

Cel·lulosa	Pasta pura o reciclada
RH/HIG	RH
Gramatge i nº capes	21,5 g/m ² - 2 capes
Ample	50 o 59 cm
Diàmetre	11 a 15 cm
Acabat	Llis, gofrat o laminat
Unitats paquet	6 o 12
Tub	No extraïble
	ø 45 mm
Obtenció	Italconverting
	Echo
	Compra
Altres	Tipo de paper especial amb més resistència
	Producte en caixa

Figura 2.11. Imatge i taula amb les característiques del producte CR/CV (Font: Amazon.es/Pròpia)

Mantells (MT)

Cel·lulosa	Pasta reciclada
RH/HIG	RH
Gramatge	38, 40, 44 o 70 g/m ²
Dimensions	30x40 cm
	35x50 cm
Acabat	Llis o gofrat
Unitats caixa	800 o 1000
Obtenció	Mantelera Cisatec
	Compra
Altres	Producte en caixa



Cel·lulosa	Pasta reciclada
RH/HIG	RH
Gramatge	38, 40 o 44 g/m ²
Ample	60, 70, 80, 98, 110 o 120 cm
Llarg	60, 70, 80, 98 o 120 cm
Acabat	Gofrat
Unitats caixa	400 o 500
Obtenció	Mantelera Manzoni
	Compra
Altres	Producte en caixa

Figura 2.12. Imatges i taules amb les característiques dels productes MT (Font: Amazon.es/Pròpia)

Tovallols (TP)

Cel·lulosa	Pasta pura o reciclada
RH/HIG	RH o HIG
Gramatge i nº capes	17 g/m ² - 2 capes
	38 g/m ² - 1 capa
Ample	10, 16, 20, 23 o 24 cm
Llarg	20 cm
Acabat	Llis o gofrat
Unitats paquet	150, 200 o 250
Unitats caixa	20
Obtenció	Toallera Wally
	Compra
Altres	Producte en caixa

Figura 2.13. Imatge i taula amb les característiques del producte TP (Font: Amazon.es/Pròpia)

Tovallons ("servilletas") (SE)

Celulosa	Pasta pura o reciclada
RH/HIG	RH
Gramatge i nº capes	17 g/m2 - 2 capes
	19 g/m2 - 2 capes
	21 g/m2 - 2 capes
Dimensions	14x14 cm
	17x17 cm
	20x20 cm
	30x30 cm
	33x33 cm
	40x40 cm
Acabat	Llis o gofrat
Obtenció	Compra
Altres	Producte en caixa

Figura 2.14. Imatge i taula amb les característiques del producte SE (Font: Amazon.es/Pròpia)

2.5. La logística integral

En aquest capítol s'explicarà que s'entén per logística integral, que seria un equivalent del que en anglés és denomina la *Supply Chain Management* (gestió de la cadena de subministrament) i analitzarem els processos que engloba i les relacions que s'estableixen entre ells.

Si es busca la definició de logística al diccionari es troba que es defineix com “Técnica militar que s'ocupa del moviment dels exercits, el transport y el seu manteniment.”.

Es pot veure doncs com el concepte té un origen militar on l'objectiu era coordinar el desplaçament de persones i recursos perquè estiguessin al lloc adequat, en el moment adequat i en la quantitat necessària. Quan es va començar a pensar en la gestió logística en el món empresarial, la idea era semblant, la logística s'ocupava de mobilitzar i situar els materials i productes al lloc que eren necessaris.

Aquest concepte ha anat evolucionant al llarg del anys fent que la logística esdevingués una part fonamental per la millora de la cadena de valor comprenent, la planificació, la organització i el control de totes les activitats relacionades amb la obtenció, el trasllat i el emmagatzematge de materials i productes, des de l'adquisició fins al consum, a partir d'una organització concreta i un sistema integrat.

Segons els **Council of Logistics Management (CLM)** es defineix la logística com “el procés que planifica, gestiona i controla de forma efectiva i eficient el flux i emmagatzema dels bens, serveis i informació, des del punt d'origen fins al punt de consum, amb l'objectiu de satisfer les necessitats dels clients.”

D'aquesta manera la logística ha deixat de ser un concepte i tasques aïllades a entendre's com una **gestió integrada** de tota la cadena de tota la cadena de subministrament, des del aprovisionament de matèries primes fins a la distribució del producte final.

Arribats a aquest punt, es veu com la logística integral inclou i engloba un seguit d'etapes i sistemes, que tot i que a primera vista podríem entendre que són independents en termes generals, estan lligats per un seguit de tasques i necessitats, que seria un error analitzar i treballar de forma separada a nivell d'organització i de generació de valor. Per aquest motiu es diu que la logística integral o la gestió de la cadena de subministrament, esta composta de varis sistemes o subsistemes interrelacionats, que es componen de objectes, persones i informació.

Entenent això, hi ha molts experts que afirmen, de forma raonada i correcte, que totes les àrees en una empresa afecten, influeixen i han d'estar inclosos en la gestió de la cadena de subministrament, com podrien ser el marketing, l'àrea de vendes, el departament financer, etc.

3. Aprovisionament

En aquest apartat presentarem el que és la gestió del aprovisionament i presentarem tots els materials i productes que s'obtenen a partir de compres a proveïdors o la resta de plantes del grup per la correcta activitat tan productiva com de venda.

Entenem aprovisionament com les tasques que permeten posar a disposició de l'empresa tots els bens i serveis que s'obtenen de forma externa i que son necessaris pel seu correcte funcionament.

L'aprovisionament i la gestió de les compres és una part imprescindible en la gestió de la cadena de subministrament per tal de garantir que la producció es pugui desenvolupar de forma correcte i amb els criteris o estratègia establerta.

Per tant es necessari per realitzar correctament les tasques d'aprovisionament, preveure les necessitats amb temps, localitzar aquests productes al mercat i adquirir-los.

Apart d'aquest resultat directe que té l'aprovisionament, de forma indirecta hi ha un seguit de beneficis que pot comportar una correcta gestió en aquest punt, des de els guanys financers que té realitzar les compres en el moment i la quantitat més optima, la gestió en el magatzem a nivell d'espai per reduir els costos associats al stock immobilitzat i el risc de l'obsolescència de certs materials.

Per tant definim el cost d'aprovisionament no només com el preu que paguem per aquests productes sinó que n'hi ha d'altres que es necessari tenir en compte:

- **Cost d'adquisició:** és el directe de la compra.
- **Cost de transport:** és l'associat a portar el producte al lloc on es necessari.
- **Cost d'emmagatzematge:** és el relacionat amb la descarrega, el transport intern i col·locació.
- **Cost de manteniment d'stock:** en primera instancia diríem que és l'associat amb l'espai ocupat en el magatzem, tot i així hi altres factor que influeixen i que són més difícils de quantificar com seria el risc d'obsolescència, el risc que el producte es deteriori ja sigui per causes naturals o provocades per moviments en el magatzem o accidents i cost que pugui suposar haver de moure el producte per accedir a un altre o per necessitats d'emmagatzematge. Per analitzar bé els costos d'aprovisionament, és molt important definir i quantificar bé aquest cost a partir de l'estratègia que s'hagi definit per l'empresa.
- **Estalvi financer:** és el cost associat a la forma i temps de pagament.
- **Cost d'utilització:** és el que es deriva de la necessitat d'adaptar algun producte que s'ha adquirit pel seu ús o venda (etiquetar, desembolicar, etc.).

Com s'ha comentat prèviament en l'apartat 2.5, no es possible definir una àrea concreta de la cadena de subministrament sense entendre les necessitats de les altres, ja que cal tenir una visió global i tenir clar l'estratègia que s'ha de seguir.

A partir d'aquí, definirem les diverses famílies de matèries primeres i consumibles que son necessaris en el nostre cas d'estudi . A l'Annex A es pot veure tots els detalls de cada una de les referències de les famílies amb informació important que ens servirà posteriorment quan desenvolupem el model d'aprovisionament.

A continuació, es presenta els productes manipulats que s'obtenen comprant-los externament i que es subministren posteriorment als clients.

3.1. Matèries primes

Cartró cuir

El cartró cuir son tires de cartró de 80mm que s'adquireixen en forma de bobina i que s'utilitzen en la fabricació de la gran majoria de tubs que s'utilitzen. La diferencia entre els tres tipus que tenim és el gramatge ja que per cada tub esta compostat per un nombre concret de capes i gruix, en funció de la rigidesa que es vulgui aconseguir i si es tracte de un tub extraïble o no.



Figura 3.1. Imatge del cartró cuir en la forma en que es subministra (Font: Pròpia)

Es un producte de consum molt elevat amb un temps de servei alt. Com a punt positiu es que es pot emmagatzemar molta quantitat en poc espai, ja que es pot apilar a l'altura màxima que puguin els elements de distribució i tenen un nivell de conservació alt.

Coles

Les coles son utilitzades per la unió entre paper-paper, paper-cartró o cartró-cartró. Apart d'aquesta diferencia també es diferencien segons el temps d'assecat i la resistència de la unió. Tenim un total de quatre tipus de cola diferents. S'adquireixen i s'emmagatzemen en bidons de 1000L.



Figura 3.2. Imatge de dos bidons de diferents coles (Font: Pròpia)

No té un consum molt elevat i el temps de servei per part dels proveïdors es bastant bo. Com a negatiu, requereix mantenir-lo en bones condicions de temperatura i no emmagatzemar-la durant molt de temps.

Etiquetes

Les etiquetes son el element que ens permet identificar el producte i el client. Existeixen més de 300 etiquetes diferents ja que per norma general cada client té les seves. Per motius pràctics categoritzem les etiquetes en cinc que son les més diferenciades.

Tubs

Els tubs son una matèria bàsica per la fabricació de la majoria de productes i gran part dels tipus que s'utilitzen son fabricats en la pròpia planta de manipulats en una de les dues màquines que es disposen, anomenades tuberes; la resta son comprats a un proveïdor. Per la fabricació d'aquests es necessari el cartró cuir que s'ha presentat prèviament.



Figura 3.3. Imatge dels tubs en les gàbies on s'emmagatzemen (Font: Pròpia)

Els tubs s'emmagatzemen en unes estructures metàl·liques específiques menys en el cas dels tubs de la màquina Perini (apartat 4.1.3) on la tubera està adherida a la línia. Tenim un total de vuit tubs diferents, tres dels quals són comprats.

Palets

Els palets són la estructura on es col·loquen tots els productes pel seu transport i emmagatzemen. Tot i que els més típics, els europeus, són els de 80x120 cm, en alguns casos es requereix o es necessita palets més grans (americans) que fan 100x120 cm o en altres casos els palets reforçats que tenen la mateixa mesura que els europeus però tenen una estructura més rígida.

Plàstics impresos (làmines)

Les làmines són plàstics impresos de 35 micres de gruix que conformen el primer empaquetat dels higiènics domèstic, composts de 4, 6 o 12 unitats. Aquests plàstics es subministren i s'emmagatzemen en bobines, i, per norma general cada producte o client s'utilitza una en concret.



Figura 3.4. Imatge d'una làmina en el palet on s'emmagatzema (Font: Pròpia)

Com a punt negatiu, es una matèria prima que té un lot mínim de compra elevat, cosa que es un problema en els productes de consum; apart d'això el temps de servei del proveïdor es elevat.

Tenim un total de 36 làmines diferents en ús.

Tintes

Les tintes s'utilitzen per gravats de certs mantells. El consum no es gaire elevat i tenim un total de vuit referències diferents.

Caixes

Les caixes son utilitzades com a embalatge de varis productes. En el cas de les tovalloles, els mantells i les camilles, totes les referències van en caixa. Tenim un total de 34 referències.

Plàstics embalatge

Aquests plàstics s'utilitzen com a embalatge per pràcticament tots els productes. Tenim els que són el únic embalatge del producte, els que son el segon embalatge dels higiènics domèstics, els plàstics que envolten els feixos de mantells o tovalloles que van en caixa i el plàstic per embolicar els palets. Les diferències entre els tipus son el espessor i l'ample del plàstic.



Figura 3.5. Imatges de dos plàstics d'embalar en els seus respectius palets (Font: Pròpia)

Paper

El paper és el producte bàsic i necessari per a la fabricació de tots els productes, i en tenim de moltes qualitats diferents en funció del producte i també de la línia. Les característiques principals que diferencien el paper son les següents:

Higiènic o RH: és una característica que ja s'ha comentat en la introducció i es present si en la seva fabricació s'ha utilitzat o no un producte químic que li confereix resistència a la humitat, fet que fa que les fibres no es dissolguin fàcilment en aigua.

Tipo de cel·lulosa: tenim tan paper de pasta pura com de pasta reciclada. Aquesta característica depèn de la procedència de la pasta amb la qual s'ha fabricat. La pasta pura presenta un color blanc mentre que el reciclat no arriba mai a tenir una blancor del 100%, normalment és grisos i alguns son tintats amb colors.

Número de capes: tenim bobines de 1 i de 2 capes. Les bobines de dues capes son utilitzades per productes en concret (productes de 3 capes o les tovalloles) o en la línia de producció Echo que només disposa d'un desbobinador.

Gramatge: és la massa de paper que hi ha per unitat de superfície (g/m^2). Existeixen gramatges des de 16, en el cas del higiènic domèstics fins a 70 en alguns mantells.

Ample: cada línia de producció requereix un rang de ample concret per poder manipular el paper. Tenim des de les bobines de mantells petits que son de 35-40 cm a bobines de 264 cm.

Diàmetre: com el ample, cada desbobinador té una estructura i capacitat concreta i, per tant, cada línia pot treballar amb bobines amb un valor de diàmetre màxim.

Color: bàsicament en les bobines de mantells i tovalloles que existeixen una gran varietat de tons i colors.



Figura 3.6. Bobines de paper reciclat per fabricar mantells (Font: Pròpia)



Figura 3.7. Bobines de paper de pasta pura (Font: Pròpia)

3.2. Producte manipulat

Apart de les matèries primes, també disposem d'un seguit de productes que s'adquireixen comprant-los i que posteriorment es venen juntament amb altres productes de producció pròpia. Aquests productes son produïts en l'altre planta del grup, que és troba a Madrid.

La majoria d'aquests productes són els tovallons (SE), que no es fabriquen en la nostra planta; també hi ha varies referencies de mantells (MT), de camilles reciclades (CR), tovalloles (TP) i bobines minisecamans (BM).

Aquests productes son subministrats amb un temps de servei d'una setmana.

A continuació es mostra el tipus i nombre de productes que s'adquireixen d'aquesta forma:

TIPUS PRODUCTE	Nº Productes
SE	467
MT	33
CR	17
TP	10
BM	2
Total general	529

Figura 3.8. Taula amb el nombre de productes que s'obtenen via compra (Font: Pròpia)

4. Producció

En aquest apartat s'explicarà el sistema de producció del nostre cas d'estudi introduint les diverses línies de producció i les seves característiques. També es presenten les necessitats d'aquest sistema lligat amb els costos que tenen associats i que ens servirà en els pròxims capítols per prendre decisions sobre com és millor produir.

Com s'ha comentat al apartat 2.5, dins del sistema logístic trobem el sistema de producció, que és l'encarregat de gestionar les activitats relacionades amb el procés de transformació de recursos en bens (o serveis, segons el cas). Entre els mitjans o elements que componen el sistema productiu trobem el treball humà, l'energia, els materials, la maquinaria, les instal·lacions i la informació, tan de la gestió com de les tecnologies. Aquest subsistema conté activitats com és la planificació de la producció, la distribució en planta i el manteniment, entre d'altres.

"Producció és el conjunt de processos, procediments, mètodes o tècniques que permeten la obtenció de bens i serveis, gràcies a l'aplicació sistemàtica de unes decisions que tenen com a funció incrementar el valor dels mencionats productes, per poder satisfer unes necessitats." (Bueno, 1993, pàg. 590).

Com podem veure en l'anterior definició, Bueno defineix com a objectiu principal que té el sistema productiu es generar valor i satisfer unes necessitats a partir de uns processos, procediments, mètodes o tècniques.

"El procés de producció no només implica l'aplicació de la tecnologia (definida como el conjunto de coneixements necessaris para producir un bé o un servicio), sino también la gestión eficiente de todas las variables que puedan controlarse: implica diseño, utilización eficiente de los medios productivos, planificación del sistema y control de su funcionamiento y de los resultados". (Companys, 1989, pàg. 10).

En l'afirmació de Companys, s'afegeix que a part dels objectius principals d'aquest sistema, és important remarcar que no únicament inclou únicament el procés de transformació sinó tot un seguit d'activitats que aporten un valor indirecte al procés productiu com és la gestió i el disseny del sistema.

4.1. Línies de producció

En aquest apartat s'exposaran les diverses línies de producció de la planta amb l'objectiu d'entendre correctament quines característiques i limitacions tenen, els productes que es poden fabricar en elles, els canvis més significatius que es donen i el procés productiu, analitzant detalladament les fases que condicionen la velocitat de producció per entendre els punts on apareixen els colls d'ampolla i perquè són diferents en cada producte.

A partir d'aquest estudi, més enllà de veure les fases més conflictives de cada línia, ens permetrà obtenir uns temps de producció per a cada producte, que ens serà imprescindible per avaluar la viabilitat millores o estudis fets en pròxims apartats i també per analitzar certs costos.

4.1.1. Italconverting

Característiques:

- Màquina automàtica
- Permet fer productes de 1, 2 o 3 capes ja que es poden posar fins a dues bobines ja que conta de 2 rebobinadores.
- Permet fer els tres tipus de acabats: llis, gofrat i laminat, ja que consta de laminador
- Té una entrada de tubs automàtica
- Formació i parametrització de les canyes és automàtic
- Encolador automàtic
- Consta de dues vies, on en cada una hi ha una talladora de disc, una mordassa i un forn
- Etiquetadora automàtica
- Paletitzadora automàtica

Productes

En aquesta línia es fabriquen per norma general els següents productes:

- Totes les BS menys les reciclades o d'una capa.
- Totes les BA menys les reciclades o d'una capa.
- Tots els HI menys les reciclades, les d'una capa i les d'un $D > 230\text{mm}$
- Les BI laminades, amb la limitació que només es pot treballar per una via pel gran diàmetre que tenen, i s'han de paletitzar manualment.
- Les CV laminades, amb la limitació que només es pot treballar per una via ja que requereix posar en caixa i paletitza manualment.
- Les BM laminades.

Les limitacions de la màquina són el diàmetre i consistència dels productes, una de les talladores no permet $D > 230\text{mm}$ i l'altre pot arribar als 320mm però amb productes que no tenen una gran consistència, com es el cas dels productes laminats.

En la següent taula es pot observar una categorització que anomenarem subfamílies dels productes que es fabriquen en aquesta línia de producció i que tenen com a relació el canvi o modificació que s'ha de fer a la línia per produir-los. També es pot veure el nombre de productes que la conformen, les seves vendes mitjanes anuals i el temps d'aquest canvi.

Subfamília	Nº Productes	Vendes anuals	Temps de canvi (hores)
IBA	15	43.240	0,25
IBI	33	35.154	2
IBM	12	9.047	3
IBS	164	434.229	0,25
ICV	7	2.505	3
IHI	124	183.986	0,25
Total	355	708.160	

Figura 4.1. Taula amb informació de les subfamílies de productes que es fabriquen a la línia Italconverting (Font: Pròpia)

En aquesta línia els canvis més significatius, que són els mostrats a la taula anterior, són deguts al canvi de tipus de producte. En la codificació, la “I” fa referencia a la línia i les dues lletres finals al tipus de producte.

Procés

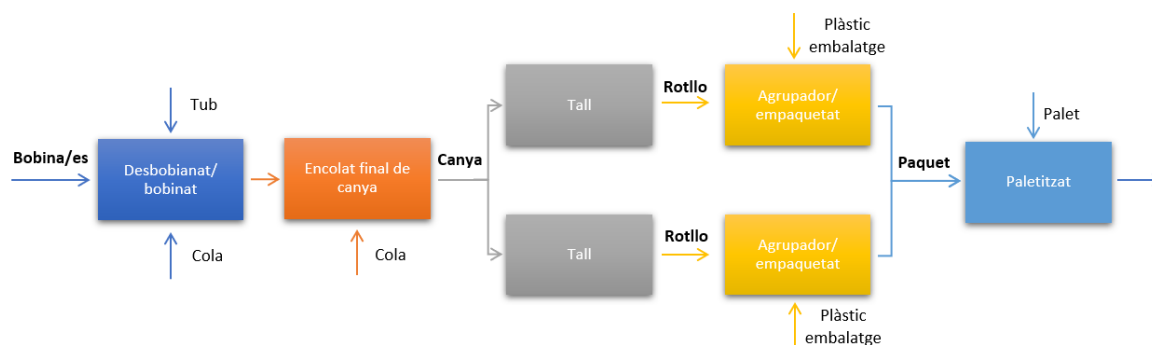


Figura 4.2. Diagrama de flux de la línia Italconverting (Font: Pròpia)

1- Desbobinat/bobinat

La bobina/ les bobines son col·locades als desbobinadors de la maquina amb un pont grua. A la part continua hi ha un espai que permet col·locar dues bobines més per agilitzar el canvi.



Figura 4.3. Imatge de les bobines col·locades als desbobinadors (Font: Pròpia)

Les bobines son desbobinades i les fulles passen per un seguit de tensors que permeten que el paper es mogui a gran velocitat sense trencar-se i fa que arribi correctament al grup on hi ha els components que apliquen l'acabat i fan que ajuntin les fulles, si és el cas. Aquest grup conté els grafiladors que actuen en el cas de productes llisos, el laminador en el cas dels laminats i els gofradors tan en el gofrat com en el laminat.



Figura 4.4. Imatge del grup on s'aplica el acabat i s'ajunten les fulles (Font: Pròpia)

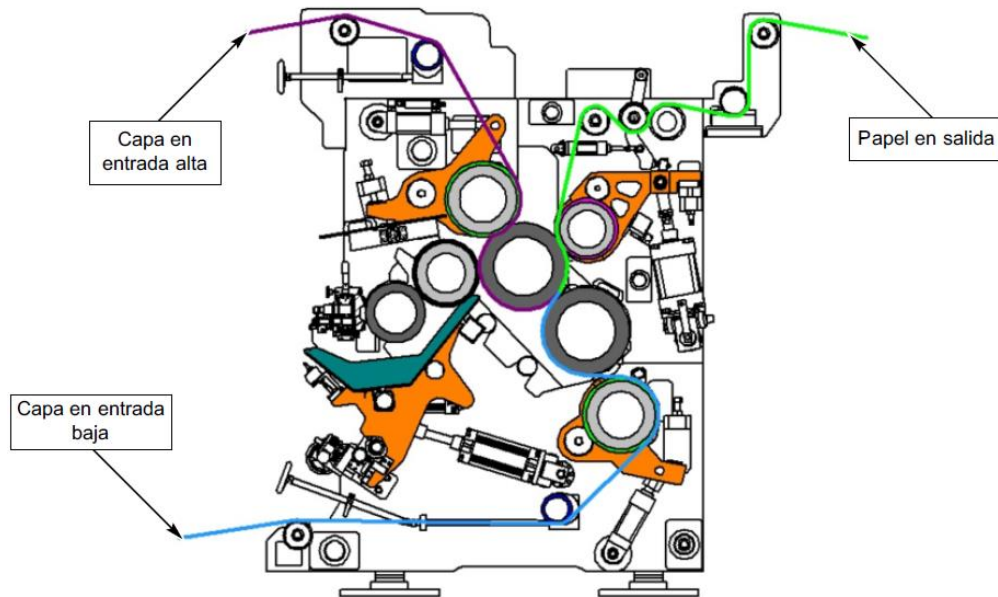


Figura 4.5. Esquema del interior del grup que aplica l'acabat (Font: Manual d'usuari)

Després de aplicar el acabat, la fulla resultant entra al bobinador que s'encarrega de formar la canya. Per poder-se formar, primer entra un tub des de la màquina que subministra el tubs que esta contigua al bobinador.



Figura 4.6. Imatge de la màquina subministradora de tubs (Font: Pròpia)

A aquest tub se li aplica una cola d'aplicació ràpida que permet que quan una canya acaba de formar-se, es "expulsada" i instantàniament es comença a formar la següent.

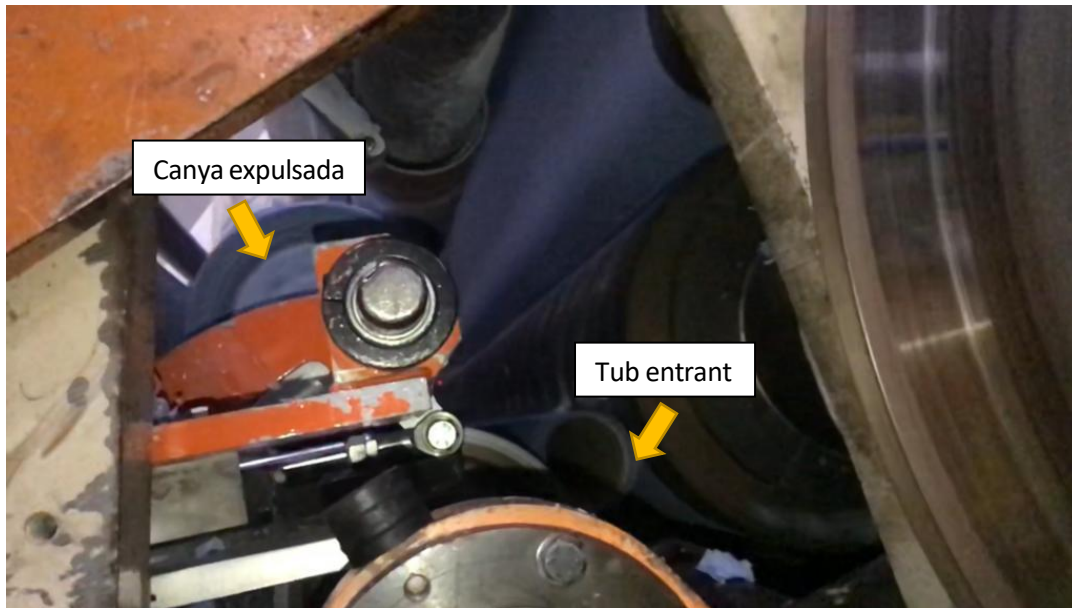


Figura 4.7. Imatge del moment en que s'expulsa una canya i es comença a formar la següent (Font: Pròpia)

La velocitat de desbobinat i bobinat són exactament iguals i s'especifica en metres per minut, i al ser automàtic la expulsió i nova formació de les canyes, la velocitat es pot considerar constant en tot moment. Per tant, el efecte d'aquesta fase en el procés depèn dels metres que té cada producte i el ample, que determina el nombre de paquets o rotllos que hi ha en una canya. L'estat de la màquina o de la matèria prima pot fer que els no es pugui assolir els valors nominals establerts.

2- Encolat de final de canya

Un cop la canya és expulsada, la capa exterior es encolada automàticament perquè quedi compacte i es desplaçada a una cinta que l'envia a un dels dos acumuladors que hi ha previs a la seva respectiva talladora.

La velocitat en aquesta fase es constant en tots els productes a nivell de canyes encolades per minut, però com que cada en cada producte el nombre de paquets o rotllos per canya ve determinat per l'ample del producte, a nivell de paquets per minut si que hi ha diferències.

3- Tall

La canya entra al carril de la talladora que disposa d'una cadena amb un suport que fa desplaçaments intermitentment de forma que cada cicle de la talladora es desplaça una longitud equivalent al tall que s'ha de realitzar i surten els rotllos individualment.



Figura 4.8. Imatge d'una talladora de la línia (Font: Pròpia)

La velocitat de tall es fixa en la màquina amb unitats de talls/minut. La velocitat que es pot assolir en cada producte ve determinada per l'ample del rotllo, de manera que com més ample es el producte menys velocitat es pot assolir, i el diàmetre, ja que en productes més grans s'ha de reduir la velocitat per un correcte tall i per no malmetre el disc. Aquest rotllos segueixen per un conjunt de cintes que porten a la estació d'empaquetat. Aquest conjunt de cintes també serveix com a acumulador.



Figura 4.9. Imatge de l'estació d'empaquetat (Font: Pròpia)

4- Agrupador/empaquetat

Els rotllos arriben al anomenat agrupador que col·loca de la forma desitjada els rotllos que conformen el paquet. Per cada format hi ha unes maniobres definides en el autòmat.



Figura 4.10. Imatge del agrupador i el seu desplaçament (Font: Pròpia)

Un cop s'han col·locat tots els rotllos, son desplaçats fins a la entrada del forn on hi ha una capa de plàstic, de forma que quan son desplaçats queden coberts per sobre i per sota pel plàstic. En aquell moment baixa la mordassa, que és una barra metàl·lica que té una resistència que fon el plàstic de tal manera que el talla perquè el paquet quedi separat de la resta del plàstic i alhora queda soldada la part inferior i superior del plàstic a les dues bandes de la mordassa.



Figura 4.11. Imatge de la mordassa i el seu desplaçament (Font: Pròpia)

La velocitat d'aquesta fase depèn de l'estructura, ja que n'hi ha de menys estables que altres i això fa que s'hagi de reduir la velocitat, i nombre de rotllos del paquet ja que està directament relacionat amb el nombre de maniobres que ha de fer. Després el paquet entra al forn, que consisteix en una càmera que conte unes resistències i que permet a partir de la calor acabar de tancar bé el paquet i donar-li consistència.



Figura 4.12. Imatge del forn (Font: Pròpia)

5- Paletitzat

Per últim els paquets son desplaçat per unes cintes, són etiquetats i entren al paletitzador que els col·loca de forma automàtica amb la configuració que s'hagi definit i s'han acumulat els pisos establerts, el palet es expulsat a la sortida. En el cas dels productes que s'han de paletitzar manualment, aquesta fase no esta involucrada en el procés.

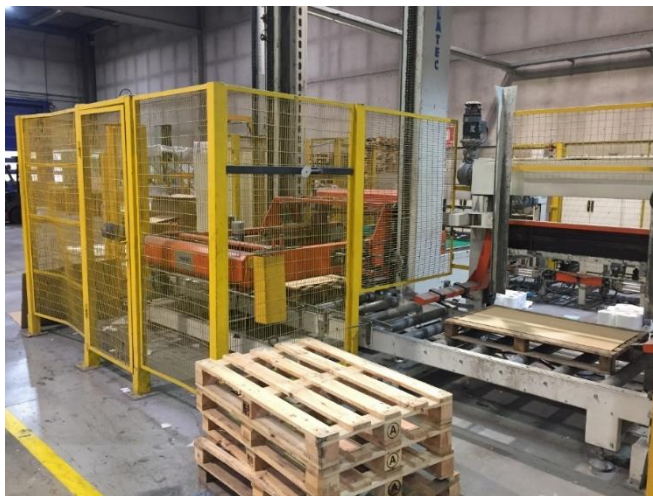


Figura 4.13. Imatge del paletitzador (Font: Pròpia)

Resum de les velocitats de les fases del procés

<i>Fase procés</i>	<i>Velocitat</i>	<i>Unitat</i>	<i>Velocitat normalitzada</i>	<i>Unitat normalitzada</i>
Desbobinat/bobinat	480	m/min	f (480, paquets/canya, longitud)	paquet/min
Encolat final de canya	6	canyes/min	f (6, paquets/canya)	paquet/min
Tall	f (Diàmetre, Ample, nº màquines)	rotllos/min	f (Diàmetre, Ample, nº màquines, ud/paquet)	paquet/min
Agrupador/empaquetat	f (ud/paquet, nº màquines)	paquet/min	f (ud/paquet, nº màquines)	paquet/min
Paletitzat	Manual = 6	paquet/min	Manual = 6	paquet/min
	Automàtic = 12		Automàtic = 12	

Figura 4.14. Taula resum de les funcions per calcular la velocitat de cada fase de la línia Italconverting
(Font: Pròpia)

4.1.2. Echo

Característiques:

- Màquina semiautomàtica
- Permet fer productes de 1 o 2 capes ja que només permet poden posar una bobina ja que conta amb 1 rebobinadora.
- Permet fer els acabats: llis i gofrat
- Col·locació dels tubs manual
- Formació i parametrització de les canyes és automàtic
- Encolador automàtic
- Consta d'una sola via, composta per una talladora de serra, una mordassa i un forn.
- Etiquetadora manual
- Paletitzadora manual

Productes

En aquesta línia es fabriquen per norma general els següents productes:

- Les BS reciclades o d'una capa.
- Les BA reciclades o d'una capa.
- Les HI reciclades, les d'una capa i les d'un $D > 230\text{mm}$
- Totes les BI menys les laminades.
- Totes les CV menys les laminades.
- Totes les BM menys les laminades.

En aquesta línia no hi ha una limitació de tamany com passava amb la Italconverting, pot tallar productes de fins a 400mm de diàmetre en els acabats prèviament comentats. Apart dels productes de gran tamany, realitza tots els productes que es podrien fabricar en l'anterior línia però són molt improductius per donar així prioritat a la resta de productes, que a més a més tenen més demanda.

En la següent taula es pot observar les subfamílies dels productes que es fabriquen en aquesta línia de producció, igual com em mostrar en la línia anterior:

Subfamília	Nº Productes	Vendes anuals	Temps de canvi (hores)
EBA	5	4.182	0,5
EBI	66	69.758	0,5
EBM	8	5.265	1,5
EBS	37	82.213	0,5
ECV	6	1.127	2
EHI	70	72.878	0,5
Total	192	235.422	

Figura 4.15. Taula amb informació de les subfamílies de productes que es fabriquen a la línia Echo (Font: Pròpia)

En aquesta línia els canvis més significatius, que són els mostrats a la taula anterior, són deguts al canvi de tipus de producte. En la codificació, la "E" fa referencia a la línia i les dues lletres finals al tipus de producte.

Procés

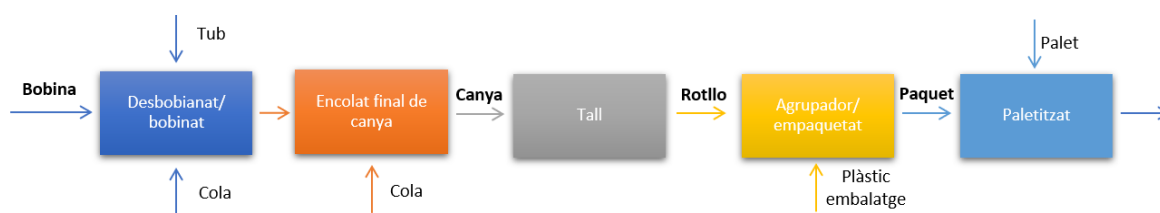


Figura 4.16. Diagrama de flux de la línia Echo (Font: Pròpia)

1- Desbobinat/bobinat

La bobina es col·locada a la màquina a partir d'unes guies que disposa el desbobinador. Aquesta és desbobinada i el paper passa pel grup que li conforma el acabat que està contigu al desbobinador.



Figura 4.17. Imatge de la bobina col·locada al desbobinador (Font: Pròpia)

Per formar la canya, primer de tot es col·loca de forma manual un tub a una guia i s'acciona la màquina. Aquesta l'encola perquè s'adhereixi el paper i l'enrotlla al seu voltant fins a les condicions establertes de metres o diàmetre. Llavors s'obre la protecció i s'extreu la canya de la guia i s'activa el grup que talla i encola la capa exterior.



Figura 4.18. Imatge de la canya formada abans de ser tallada i encolada (Font: Pròpia)

Com en la línia anterior, la velocitat de desbobinat i bobinat són exactament iguals i s'especifica en metres per minut, per tan el temps del procés depèn dels metres que té cada producte i el ample, i com sempre l'estat de la màquina o de la matèria prima pot fer que els no es puguin assolir els valors nominals establerts.

En aquesta línia, al no ser una màquina automàtica i requereix aturar-la per retirar la canya i tornar-la a arrencar, el temps de formació d'aquesta està subjecte a les acceleracions de arrencada i frenada, fet que s'ha de tenir en compte pel càlcul del temps de producció.

2- Tall

La canya passa per una cinta i arriba al acumulador o pulmó previ a la talladora.

Igual que en la màquina Italconverting, la canya es desplaçada a la talladora de forma intermitent depenent del tall i van sortint els rotllos individualment.

La velocitat de tall es fixa en la màquina amb unitats de talls/minut. La velocitat que es pot assolir, com en el cas anterior, ve determinada per l'ample del rotllo i el diàmetre. En aquest cas, la talladora que disposa la màquina permet tallar productes de gran tamany però té unes limitacions de velocitat en funció del diàmetre i consistència.

3- Agrupador/empaquetat

Els rotllos passen per unes cintes que fan també de acumulador, fins arribar a l'estació d'empaquetat.



Figura 4.19. Imatge de la línia abans de la zona d'empaquetat (Font: Pròpia)

El procés de empaquetat es igual que el explicat en la màquina Italconverting, primer de tot els rotllos arriben al agrupador que els col·loca de la forma desitjada, passen per la mordassa i queden coberts de plàstic, i travessen el forn perquè quedi el paquet perfectament format.

Com en el cas anterior, la velocitat d'aquesta fase depèn de l'estructura i nombre de rotllos del paquet.

4- Paletitzat

Un cop surten del forn, son etiquetats de forma manual i es col·loquen a un palet també de forma manual.



Figura 4.20. Imatge del paletitzador manual (Font: Pròpia)

Resum de les velocitats de les fases del procés

<i>Fase procés</i>	<i>Velocitat</i>	<i>Unitat</i>	<i>Velocitat normalitzada</i>	<i>Unitat normalitzada</i>
Desbobinat/bobinat	$f(\text{longitud})$	m/min	$f(\text{longitud, paquets/canya})$	paquet/min
Encolat final de canya	6	canyes/min	$f(6, \text{paquets/canya})$	paquet/min
Tall	$f(\text{Diàmetre, Ample})$	rotllos/min	$f(\text{Diàmetre, Ample, ud/paquet})$	paquet/min
Agrupador/empaquetat	$f(\text{ud/paquet})$	paquet/min	$f(\text{ud/paquet, n}^\circ \text{ màquines})$	paquet/min
Paletitzat	6	paquet/min	6	paquet/min

Figura 4.21. Taula resum de les funcions per calcular la velocitat de cada fase de la línia Echo (Font: Pròpia)

4.1.3. Perini

Característiques:

- Màquina automàtica, menys la fase de paletitzat.
- Consta de dos desbobinadors i pels productes que fabrica (higièncs domèstics i cuina), sempre treballa amb dues bobines.
- Únicament fabrica productes laminats
- Consta d'una tubera afegida a la línia que alimenta la màquina.
- Formació i parametrització de les canyes és automàtic
- Encolador automàtic
- Consta de un acumulador o pulmó "aeri" amb una gran capacitat
- Consta de una sola talladora de disc que talla les canyes de dues en dues
- Conta de 4 vies per acumular els rotllos
- Consta d'una màquina empaquetadora (TMC) que forma el primer empaquetat de 4, 6 o 12 unitats.
- Consta de una segona empaquetadora (ensacadora) que forma sacs de 8, 9 o 14 paquets del abans mencionats.
- Paletitzadora manual.

Productes

- Únicament es fabriquen higièncs domèstics i cuina

En la següent taula es pot observar les subfamílies dels productes que es fabriquen en aquesta línia de producció, igual com em mostrar en les anteriors:

Subfamília	Nº Productes	Vendes anuals	Temps de canvi (hores)
HD0485	5	11.792	2,5
HD0495	1	8.230	2,5
HD0685	11	52.836	2,5
HD0690	5	31.731	2,5
HD1285	17	110.029	2,5
HD1290	6	38.746	2,5
HD1295	1	38.283	2,5
HC	3	2.150	12
Total	49	293.795	

Figura 4.22. Taula amb informació de les subfamílies de productes que es fabriquen a la línia Perini (Font: Pròpia)

En aquesta línia els canvis més significatius, a diferència de les dues línies anteriors, la majoria són deguts al canvi de format del producte menys un que es un canvi de producte . En la codificació, les dues primeres lletres fan referencia al tipus de producte, el primers dos nombres fan referencia a la quantitat de rotllos per paquet i els dos últims al ample del producte.

Procés

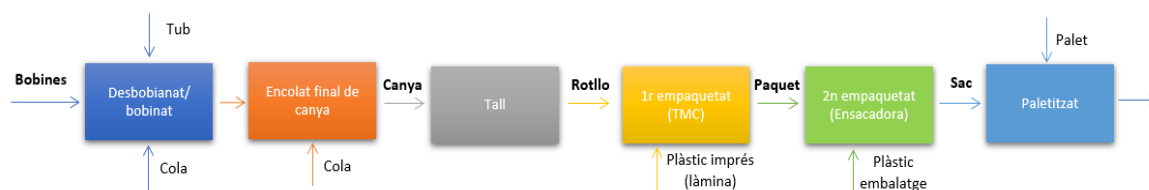


Figura 4.23. Diagrama de flux de la línia Perini (Font: Pròpia)

1- Desbobinat/bobinat

La bobina es desbobinada i el paper passa pel grup que li conforma el acabat, que en aquesta línia concretament tots els productes són laminats.



Figura 4.24. Imatge de les bobines col·locades als desbobinadors (Font: Pròpia)



Figura 4.25. Imatge del laminador (Font: Pròpia)

Igual que en la línia Italconverting, el tub entra de forma automàtica, se li aplica cola i al expulsar-se la canya formada, entra el tub i el paper s'enganxa a ell, de forma que la velocitat es manté constant.

La velocitat de desbobinat i bobinat son exactament iguals i s'especifica en metres per minut, i al ser automàtic la expulsió i nova formació de les canyes, la velocitat es pot considerar constant en tot moment.

2- Encolat de final de canya

Les canyes un cop formades son encolades de forma automàtica perquè quedin compactes igual que en la Italconverting.



Figura 4.26. Imatge de la sortida de la canya on s'encola i part del pulmó on es diposita (Font: Pròpia)

Un cop encolades es col·loquen en un acumulador o pulmó aeri que té una capacitat considerable per aconseguir que petites aturades que es puguin donar o canvis de bobina no afectin en gran mesura al procés ja que en aquest cas les canyes tenen un metratge molt petit i la seva formació i tall són molt ràpids.

3- Tall

Les canyes son dipositades de dues en dues en dos carrils amb unes cadenes amb un suport que efectuaven desplaçaments intermitents de forma que cada cicle de la talladora es desplaça una longitud equivalent al tall que s'ha de realitzar i surten els rotllos individualment.



Figura 4.27. Imatge de la sortida de la talladora on es pot apreciar el pulmó aeri (Font: Pròpia)

Aquest rotllos són desplaçats per unes cintes amb dos carrils que a mitja línia es divideixen en quatre, l'objectiu dels carrils es generar un acumulador que permeti, igual que el anterior, reduir pèrdues de temps en cas de que hi ha una aturada en algun punt previ, sobretot en productes de pocs metres; en el cas de productes de molt metratge, no es necessari utilitzar totes les vies i s'utilitzen dos carrils.



Figura 4.28. Imatge del conjunt de cintes i el punt en que es bifurquen en quatre (Font: Pròpia)

4- 1r empaquetat (TMC)

Els rotllos entren a la màquina anomenada TMC que realitzar el primer empaquetat, que es compon de 4, 6 o 12 rotllos per paquet en funció del producte. Els rotllos s'empaqueten a partir d'un plàstic imprès anomenat làmina que queda compactada a partir d'una soldadura mitjançant calor.

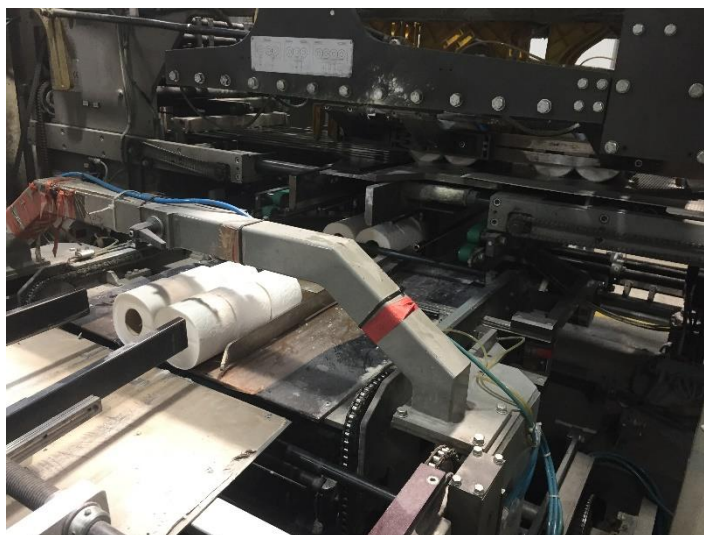


Figura 4.29. Imatge de la entrada de la TMC (Font: Pròpia)

5- 2r empaquetat (ensacadora)

Els paquets entren a la ensacadora, que agrupa els paquets en un nombre concret en funció del producte i els empaqueta en un plàstic formant el sac i es tanca a partir d'una mordassa igual que en les línies anteriors.

6- Paletitzat

Un cop s'ha format i segellat el sac, es retirat de la màquina i col·locat al palet de forma manual.



Figura 4.30. Imatge de la part final de la línia on es pot veure la ensacadora i el paletitzador (Font: Pròpia)

Resum de les velocitats de les fases del procés

<i>Fase procés</i>	<i>Velocitat</i>	<i>Unitat</i>	<i>Velocitat normalitzada</i>	<i>Unitat normalitzada</i>
Desbobinat/bobinat	400	m/min	$f(400, \text{canya/sac, longitud})$	sac/min
Encolat final de canya	17	canyes/min	$f(17, \text{canya/sac})$	sac/min
Tall	220 (x2)	rotllos/min	$f(440, \text{rotllos/sac})$	sac/min
1r empaquetat (TMC)	$f(\text{ud/paquet})$	paquet/min	$f(\text{ud/paquet, paquet/sac})$	sac/min
2r empaquetat (Ensacadora)	$f(\text{paquets/sac})$	sac/min	$f(\text{paquets/sac})$	sac/min
Paletitzat	6	sac/min	6	sac/min

Figura 4.31. Taula resum de les funcions per calcular la velocitat de cada fase de la línia Perini (Font: Pròpia)

4.1.4. Mantelera Manzoni

Característiques:

- Consta de quatre desbobinadors amb l'objectiu únicament de millorar la productivitat ja que en aquest cas tots els productes son d'una capa.
- Tots els productes tenen un acabat gofrat.
- La formació dels feixos es automàtic.
- Plastificat automàtic.
- Etiquetadora manual.
- Encaixat manual.
- Paletitzat manual.

Productes

En aquesta línia es fabriquen únicament els següents productes:

- Mantells d'ample i llargada 60, 70, 80, 98, 110 i 120 cm de diferents colors i estampats.

En la següent taula es pot observar les subfamílies dels productes que es fabriquen en aquesta línia de producció, igual com em mostrar en les anteriors:

Subfamília	Nº Productes	Vendes anuals	Temps de canvi (hores)
MT060	1	15	4
MT070	3	38	4
MT080	1	14	4
MT098	26	11.793	4
MT110	1	13	4
MT120	3	488	4
Total	35	12.360	

Figura 4.32. Taula amb informació de les subfamílies de productes que es fabriquen a la línia Mantelera Manzoni (Font: Pròpia)

En aquesta línia els canvis més significatius en aquest línia són els deguts al canvi en la llargada del productes ja que requereix modificar la mecànica de la unitat de tall. La codificació està composta per dues lletres que fan referència al producte i tres número que son el la llargada del producte.

Procés

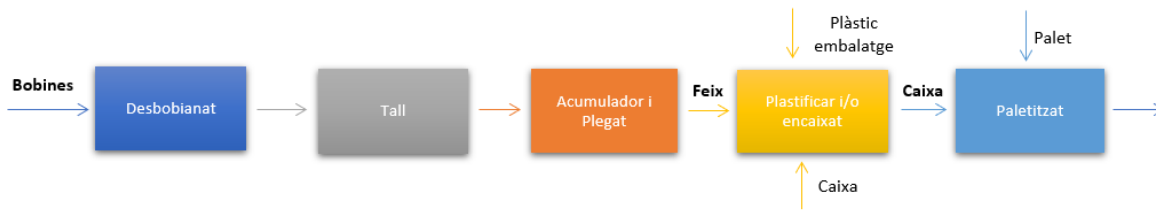


Figura 4.33. Diagrama de flux de la línia Mantelera Manzoni (Font: Pròpia)

1- Desbobinat

Les bobines son col·locades als desbobinadors i el paper es passat per tots els tensors fins arribar al grup on hi ha els gofradors que li conformen el acabat.



Figura 4.34. Imatge general de la línia (Font: Pròpia)

2- Tall

Les fulles després d'haver sigut aplicat el acabat, passen per uns cilindres que tenen una fulla adherida que permeten tallar el paper amb l'amplada requerida.

3- Acumulador i plegat

A mesura que es van tallant les fulles i queden conformats els mantells, aquests es van dipositant en un acumulador fins que hi ha les unitats necessàries, en funció del producte.



Figura 4.35. Imatge del acumulador (Font: Pròpia)

Un cop s'han acumulat el nombre especificat d'unitats, aquestes son desplaçades cap al plegador, que doblega els mantells a un terç del ample.

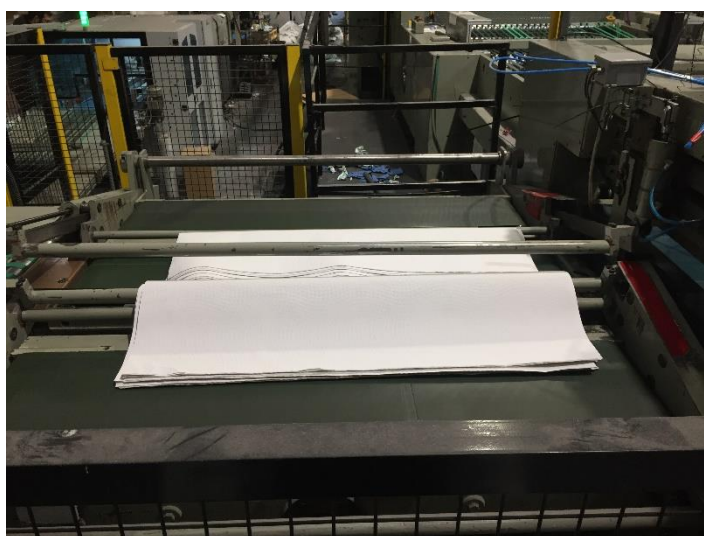


Figura 4.36. Imatge del plegador (Font: Pròpia)

4- *Plastificat i/o encaixat*

Un cop els feixos estan conformats, son desplaçats fins a la màquina que el plastifica. El funcionament es semblant a processos equivalents abans presentats, el feix es envoltat per plàstic que queda segellat a partir d'una soldadura a base de calor i passa per un forn que el deixa compacte.

Hi ha productes que no son plastificats i es col·loquen directament a la caixa.



Figura 4.37. Imatge de la màquina que plastifica els feixos (Font: Pròpia)

Els feixos, embalats o no en funció del producte, son introduïts dins la seva respectiva caixa de forma manual i un cop completa, es tanca amb cinta adherent.

5- Paletitzat

Les caixes un cop tancades, son col·locades en el palet.

Resum de les velocitats de les fases del procés

<i>Fase procés</i>	<i>Velocitat</i>	<i>Unitat</i>	<i>Velocitat normalitzada</i>	<i>Unitat normalitzada</i>
Desbobinat	100	m/min	$f(100, n^{\circ} \text{ bobines, ud/caixa})$	caixa/min
Tall	$f(\text{m/min})$	talls/min	$f(\text{m/min, Ample, } n^{\circ} \text{ bobines, ud/caixa})$	caixa/min
Acumulador i plegat	5	feix/min	$f(5, \text{feixos/caixa})$	caixa/min
Plastificat/encaixat	$f(\text{feix/caixa})$	caixa/min	$f(\text{feix/caixa})$	caixa/min
Paletitzat	1,5	caixa/min	1,5	caixa/min

Figura 4.38. Taula resum de les funcions per calcular la velocitat de cada fase de la línia Mantelera Manzoni (Font: Pròpia)

4.1.5. Mantelera Cisatec

Característiques:

- Consta de dos desbobinadors amb l'objectiu únicament de millorar la productivitat ja que en aquest cas tots els productes son d'una capa.
- La majoria de productes tenen acabat gofrat, tot i que n'hi ha algun que no se li aplica.
- La formació dels feixos es automàtic.
- Plastificat automàtic.
- Etiquetadora manual.
- Encaixat manual.
- Paletitzat manual.

Productes

En aquesta línia es fabriquen únicament els següents productes:

- Mantells de 30 i 50 cm de llargada i de diferents colors i estampats.

En la següent taula es pot observar les subfamílies dels productes que es fabriquen en aquesta línia de producció, igual com em mostrar en les anteriors:

Subfamília	Nº Productes	Vendes anuals	Temps de canvi (hores)
MT030	54	27.712	3
MT050	11	2.125	3
Total	65	29.837	

Figura 4.39. Taula amb informació de les subfamílies de productes que es fabriquen a la línia Mantelera Cisatec (Font: Pròpia)

Procés

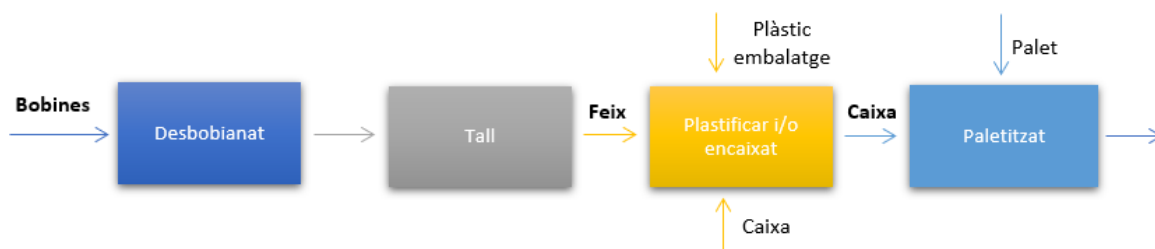


Figura 4.40. Diagrama de flux de la línia Mantelera Cisatec (Font: Pròpia)

1- Desbobinat



Les bobines son col·locades als desbobinadors i el paper es passat per tots els tensors fins arribar als rodets gofradors que li conformen el acabat, si es el cas.



Figura 4.41. Imatge dels desbobinadors (Font: Pròpia)

2- Tall

Les fulles després d'haver sigut aplicat el acabat, passen per uns cilindres que tenen una fulla de tall adherida que permeten tallar el paper amb l'amplada requerida. El mantells son tallats i van sortint desplaçats per unes corretges fins a un punt on s'acumulen.

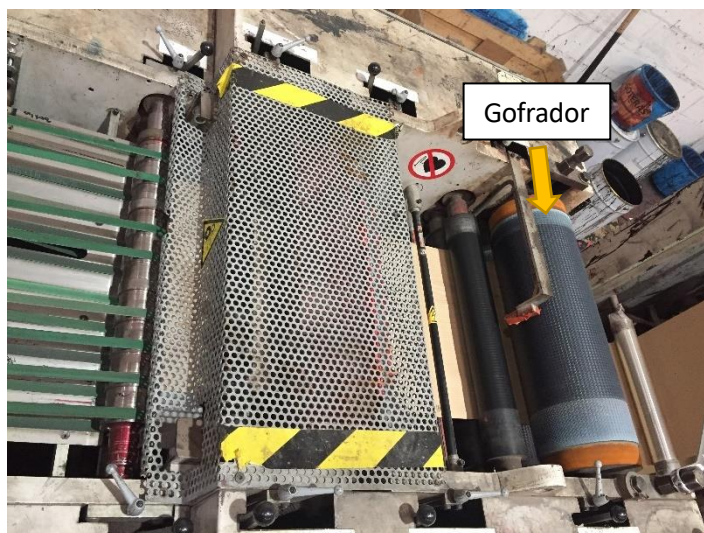


Figura 4.42. Imatge de la zona de tall on es pot apreciar el gofrador superior (Font: Pròpia)

3- Plastificat i/o encaixat

Un cop tallats els mantells surten i s'acumulen fins a les unitats especificades. Un cop estan acumulades, aquests poden ser, en funció del producte, col·locats en una safata de cartró i posteriorment plastificada, col·locades en una caixa i tancades amb cinta adhesiva o primer es plastifica el feix de mantells i posteriorment es col·loca en una caixa.

El procediment de la fase de plastificat es igual al explicat en la línia de producció anterior.



Figura 4.43. Imatge de la màquina que plastifica els feixos (Font: Pròpia)

4- Paletitzat

Les caixes un cop tancades, son col·locades en el palet manualment.

Resum de les velocitats de les fases del procés

<i>Fase procés</i>	<i>Velocitat</i>	<i>Unitat</i>	<i>Velocitat normalitzada</i>	<i>Unitat normalitzada</i>
Desbobinat	56	m/min	f (56, nº bobines, ud/caixa)	caixa/min
Tall	f (m/min)	talls/min	f (m/min, Ample, nº bobines, ud/caixa)	caixa/min
Plastificat/encaixat	f (feix/caixa)	caixa/min	f (feix/caixa)	caixa/min
Paletitzat	4	caixa/min	4	caixa/min

Figura 4.44. Taula resum de les funcions per calcular la velocitat de cada fase de la línia Mantelera Cisatec (Font: Pròpia)

4.1.6. Toallera Wally

Característiques:

- Consta de dos desbobinadors que ha de tenir cada un una bobina col·locada necessàriament pel procés de plegat que té la màquina i que requereix el producte final.
- La majoria de productes tenen acabat gofrat, en algun cas té un acabat llis.
- La formació de les canyes es manual.
- Plastificat automàtic.
- Etiquetadora manual.
- Encaixat manual.
- Paletitzat manual.

Productes

En aquesta línia es fabriquen únicament els següents productes:

- Tovallols de diferents amples, unitats i tipus de paper.

En la següent taula es pot observar les subfamílies dels productes que es fabriquen en aquesta línia de producció, igual com em mostrar en les anteriors:

Subfamília	Nº Productes	Vendes anuals	Temps de canvi (hores)
TP10	4	821	2
TP16	2	234	2
TP20	5	5.283	2
TP23	6	13.174	2
TP24	4	2.499	2
Total	21	22.010	

Figura 4.45. Taula amb informació de les subfamílies de productes que es fabriquen a la línia Toallera Wally (Font: Pròpia)

Procés

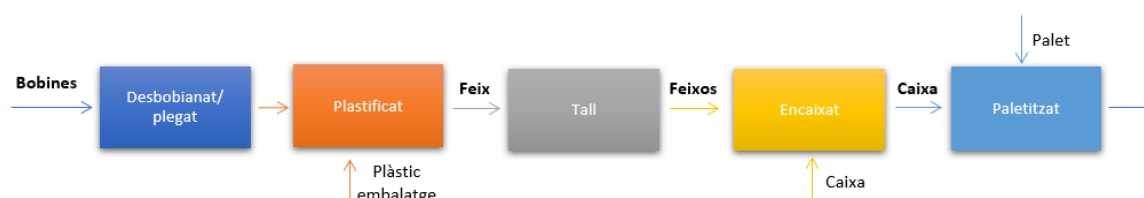


Figura 4.46. Diagrama de flux de la línia Toallera Wally (Font: Pròpia)

1- Desbobinat/plegat

Les bobines son col·locades als desbobinadors i el paper es passat per tots els tensors fins arribar al grup on hi ha els grafiladors i els gofradors, que li conforma el acabat corresponent.



Figura 4.47. Imatge dels desbobinadors (Font: Pròpia)

A diferència de les altres línies presentades, en aquesta el paper en la primera fase es plegat i tallat fent que les fulles quedin entrecreuades entre elles per aconseguir que en el producte final al extreure una fulla, la següent es desplaçada i queda accessible.

Un cop han estat tallades i plegades van dipositant-se en un agrupador que va des del punt on han estat tallades fins a on es situa el maquinista de la línia.



Figura 4.48. Imatge del acumulador (Font: Pròpia)

2- Plastificat

Manualment s'agafa la quantitat de fulles especificades segons el producte, amb l'ajuda d'una marca que fa la màquina per indicar aquest punt, i aquest feix de fulles es col·loca en una cinta que el desplaça fins a l'estació de plastificat.



Figura 4.49. Imatge de la màquina plastificadora (Font: Pròpia)

El procediment es semblant que en la resta de processos de plastificat, el feix es desplaçat fent que quedi cobert per una capa de plàstic i una mordassa talla i solda el plàstic perquè quedi compacte.

3- Tall

Un cop plastificat el feix, de forma automàtica es desplaçat per una cinta fins la talladora, formada per varis discs separats una distancia equivalent al ample que es vol tallar. El feix entra per un punt a la màquina, es desplaçat direcció als discos i queda tallat en les unitats que s'introduiran a dins la caixa.



Figura 4.50. Imatge de la talladora amb producte tallat (Font: Pròpia)

4- Encaixat

A mesura que surten els feixos, es col·loquen dins de la seva respectiva caixa i un cop completada, es tanca amb cinta adhesiva.



Figura 4.51. Imatge de la encaixadora (Font: Pròpia)

5- Paletitzat

Les caixes un cop tancades, son col·locades en el palet manualment.

Resum de les velocitats de les fases del procés

<i>Fase procés</i>	<i>Velocitat</i>	<i>Unitat</i>	<i>Velocitat normalitzada</i>	<i>Unitat normalitzada</i>
Desbobinat/plegat	100	m/min	f (longitud, Ample, feixos/caixa)	caixa/min
Plastificat	4	feix/min	f (4, feixos/caixa)	caixa/min
Tall	2	cicles/min	f (2, feixos/caixa)	caixa/min
Encaixat	f (ud/caixa)	caixa/min	f (ud/caixa)	caixa/min
Paletitzat	6	caixa/min	6	caixa/min

Figura 4.52. Taula resum de les funcions per calcular la velocitat de cada fase de la línia Toallera Wally (Font: Pròpia)

4.2. Cost per línia de producció

En aquest apartat explicarem que és el cost hora en les línies de producció, com es calcula de forma teòrica i presentarem el valor d'aquest per cada una de les nostres línies.

Com s'ha anomenat, no entrarem en el detall dels càlculs per determinar aquest valor ja que no es considera d'interès per l'abast del treball, però sí que es interessant el valor per càlculs que s'efectuaran i es presentaran posteriorment.

Entenem com el cost per línia de producció, els costos, tan fixos com variables, que esdevenen del ús, manteniment i adquisició de les màquines. Per tant inclou:

- El cost de compra.
- El cost dels interessos del capital invertit.
- El cost de manteniment, recanvis i reparacions.
- El cost d'impostos i assegurança.
- El cost del subministrament elèctric.
- El cost equivalent a la mà d'obra.

A continuació es mostren els valors del cost per minut de cada línia de producció que ha sigut facilitat pel departament financer de l'empresa.

Línia de producció	Cost (€/min)
Italconverting	1,929
Echo	1,912
Perini	2,345
M. Manzoni	1,712
M. Cisatec	1,244
Toallera Wally	1,187

Figura 4.53. Taula dels costos temporals de cada línia de producció (Font: Pròpia)

Amb aquestes dades juntament amb el temps de producció de cada producte que em calculat a partir de les velocitats de les seves fases, ens permet saber el cost equivalent al temps.

4.3. Llistes de materials

Les llistes de materials son un desglossament de cada un dels productes finals en els seus components i les quantitats que son necessàries per a la producció. A partir d'això, el cost dels materials i el temps de producció, podem determinar el cost de producció d'un producte.

Generalment les llistes de materials es poden expressar o mostrar en forma de arbre dividint per nivells els diferents components i materials del producte amb les quantitats necessàries per a ser fabricats.

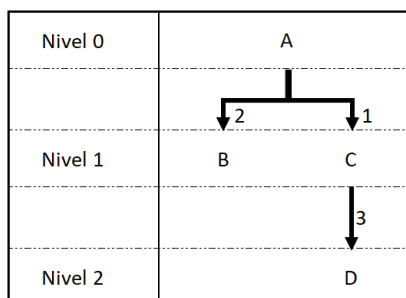


Figura 4.54. Imatge sobre l'estructura de les llistes de materials (Font: Pròpia)

Aquesta construcció té molt sentit en casos en que existeixen components (nivell 1) que son fabricats a partir de certs materials (nivell 2), i que conformen el producte final.

En el nostre cas, menys el tubs que son fabricats amb matèries primes i després s'utilitzen per la fabricació de varis productes, la resta de materials son consumits directament en les línies de producció sense una manipulació prèvia, per tant totes son de nivell 1.

A continuació es mostra un exemple de llista de materials del nostre cas en concret on es pot apreciar l'estructura amb que s'obté al extreure'l del ERP.

Nº Descripción Nº L.M. producción Tamaño lote		BS1984335FR Bob. Secamanos 195 Soft SuperDry 113m 6R M72 BS1984335FR 1 UD				
Tipo	Nº	Descripción	Cantidad (base)	Código unidad medida base	Coste unitario	Coste total
Producto	JR1701TOTCON	RH 17,5g/m2 1C 2640mm	4,35646	KG	1,01500	4,42180
Producto	COL0004	Cola tancament canya (paper-paper)	0,00709	KG	1,26000	0,00893
Producto	COL0005	Cola inici canya (paper-cartró)	0,00283	KG	2,00000	0,00566
Producto	PLT0001	Palet 80 x 120 (cm)	0,02083	UD	4,66000	0,09708
Producto	EMF0004	Film estirable 500mm	0,01064	KG	1,80000	0,01915
Producto	EMF0005	Film retràctil microperforat 960mm	0,06596	KG	1,88800	0,12453
Producto	EMF0007	Planxa cartró 750x1150	0,02273	UD	0,32500	0,00739
Producto	CAP0001	Planxa plàstic 1200x1400	0,00177	KG	0,20500	0,00036
Producto	EMF0006	Planxa cartró 600x1000	0,02273	UD	0,22500	0,00511
Producto	MAN0001	Tub amb pretall Ø72 x 2640mm	0,47420	UD	0,39000	0,18494
Producto	COL0008	Cola de laminar (paper-paper)	0,01983	KG	0,89000	0,01765
Producto	ETQ0001	Etiquetas estàndar 130x130 (mm)	1,00000	UD	0,02260	0,02260

Figura 4.55. Llista de materials real d'un producte extret de Navision (Font: Pròpia)

5. Distribució

En aquest apartat s'explicarà quines són les funcions del subsistema de distribució i s'analitzarà els elements d'aquest en el nostre cas concret, compostat per les zones d'emmagatzematge dels productes i matèries primes, els moviments que es realitzen dins la planta d'aquests pel funcionament i necessitats de les tasques que s'han de realitzar (distribució interna) i per últim els moviments del producte fins a arribar al client.

El subsistema de distribució és l'encarregat de gestionar tots els desplaçaments i emmagatzematge dels productes, materials i matèries primes des de la seva obtenció fins que arriben al client. Per tant, aquest sistema inclou les tasques de recepció de comandes, la seva ubicació dels productes, els desplaçaments interns, el manteniment i ordre del magatzem, la preparació de les comandes i la gestió del transport al client.

El fet que s'inclogui en el mateix sistema el emmagatzematge i el transport és degut a que s'entén la ubicació dels productes un pas més dins els moviments que es realitzen per portar-lo al client final. Hi ha moltes empreses que no disposen d'un magatzem al costat de la seva planta productiva per guardar tot el producte o tenen varis centres de distribució, de forma que el producte es carregat i enviat a un altre magatzem i, en algun cas, això es pot repetir si es torna a enviar a una altre centre de distribució amb l'objectiu d'apropar-lo al client final.

En el nostre cas podríem definir el model de distribució com a directe ja que es disposa d'un magatzem en el mateix recinte on hi ha la planta de producció per posteriorment carregar i enviar directament al client final. Aquest model on el producte està centralitzat en un únic punt i subministra directament al client presenta com a punts positius que requereix una inversió molt més baixa que si es disposa d'altres magatzem, tenint en compte el lloguer d'aquests, el personal extra que s'ha de tenir i un nivell més alt de treball a nivell de gestió. Respecte als inventaris, requereix menys stock dels productes pel mateix servei al client, ja que si es disposa de varis centres de distribució i cada un d'aquests disposa d'un stock de seguretat, conjuntament tenen una quantitat de producte més gran. També en termes generals permeten una resposta més ràpida a servir una comanda ja que, apart de ser més difícil tenir una falta d'stock, donar una solució al respecte és més fàcil que si el producte ha de ser desplaçat a altres magatzem prèviament.

Per altre banda, com punts negatius trobem que el servei, en termes generals, serà més baix ja que el temps que tardarà a arribar el producte serà més elevat en la majoria de casos per tenir que enviar el producte des del mateix punt, mentre que en cas de tenir altres magatzems, el producte ja està més a prop del client. Per últim, el cost del transport també es més probable que sigui més elevat, ja que es més complicat optimitzar les cargues sense que afecti al servei, mentre que amb magatzems propers

a varis clients, es simple optimitzar la carga per aprovisionar el magatzem i fer el mateix des d'aquest per les comandes de cada client, tenint un marge de temps més gran per trobar una composició correcta.

Tot i això, a nivell de costos, per avaluar quina és la millor opció per a cada empresa, s'ha de valorar tots els costos, que es veuran afectats per el nostre mercat, la ubicació dels nostres clients, el tipus de comandes que rebem, la política d'inventari, el nivell de servei al client, ... i determinar quina es la solució més òptima per cada cas.

Per últim abans d'entrar a analitzar més detalladament els elements del sistema, es pot veure a continuació un plànol del nostre cas d'estudi, obtingut a partir d'un lay out de l'empresa del 2016 i s'ha editat, per una banda, per actualitzar-lo, ja que existien elements que actualment no hi són i treure els que no aportaven valor en el nostre estudi, i per incloure zones de treball de les línies de producció, on es poden dipositar matèries primes i les rutes que realitzen els elements de distribució dins la planta.

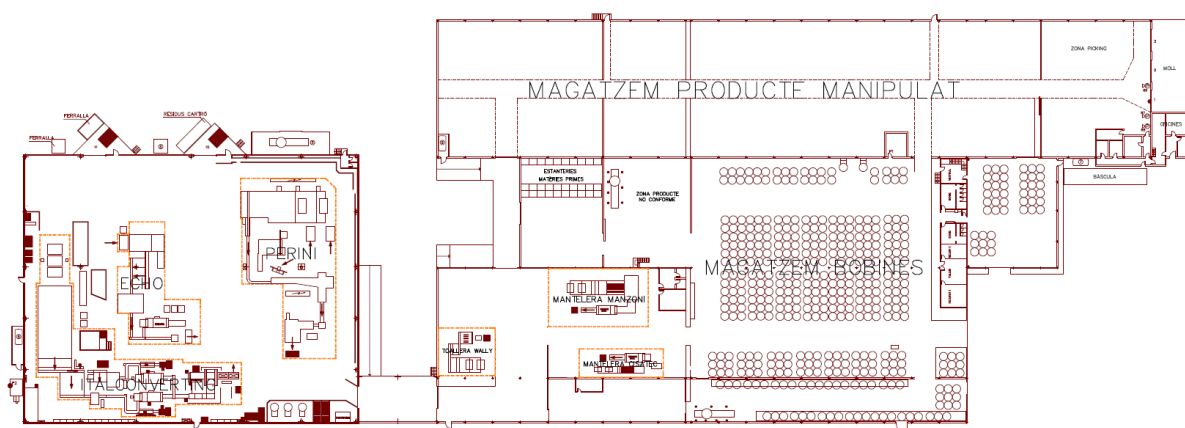


Figura 7.1. Plànol general de la planta (Font: Pròpia)

5.1. Zones d'emmagnetisme

En aquest apartat mostrarem les diverses zones que tenim per emmagatzemar el productes i les diverses matèries primes, comentarem la situació de cada una i marcarem les bases que després seran necessàries per decidir on ubicarem cada un dels materials.

5.1.1. Producte manipulats

Podem observar en el plànol de la figura 7.1., que la zona destinada al producte manipulats, està definida a la part superior de la planta. Que aquest producte tingui aquesta ubicació, respon a la lògica que el moll de carga dels camions es troba a la part superior dreta de planta respecte el plànol, de forma que el flux del producte manipulats és sempre igual i lineal, surt de la línia de producció on ha estat fabricat i es diposita al magatzem des de l'entrada esquerra, i quan s'ha de precedir a la seva sortida, s'agafa del punt on es troba, es prepara la comanda a la zona de picking que està situada al costat del moll i es carrega al camió.

Seguidament identifiquem les zones que disposem al magatzem i la seva capacitat:

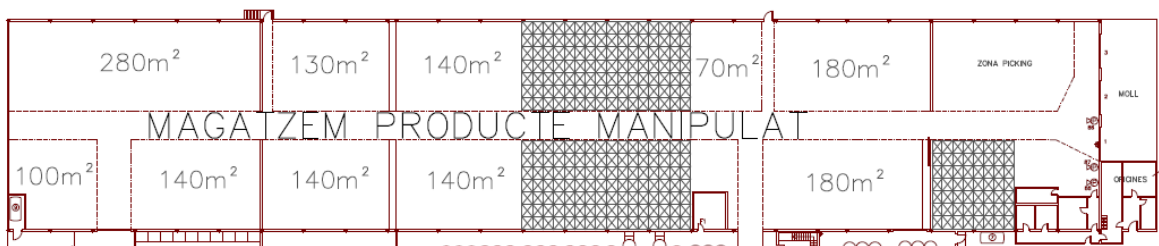


Figura 5.2. Plànol dimensionat del magatzem de producte manipulats (Font: Pròpia)

Al magatzem de producte manipulats està compostat de varies zones separades per elements físics que sumen un total de 1500m². En aquestes zones els palets són apilats en bloc fins a dos pisos. Aquest mètode permet maximitzar el espai disponible però té certs problemes en el nostre cas.

Primer de tot, l'estructura del magatzem fa que el flux del producte segueixi un model LIFO (*Last In First Out*), de forma que sempre es retira primer el palet que s'ha col·locat. Això no té un efecte fatal pel que seria la conservació del producte ja que el paper pot aguantar mesos sense que és malmeti; el problema més important radica en que és vital un bon ordre i requereix un temps extra la preparació de les comandes. És important per aquest cas, construir files amb un únic producte o agrupar màxim dos productes en elles amb una separació perquè es puguin identificar, així com distribuir els productes en funció de la rotació que tinguin, ja que el cost que comporta barrejar productes que surten cada setmana en front dels que es venen cops contats l'any no té comparació.

Tenint en compte que pràcticament tot el producte es col·loca en palets europeus, de 80x120 cm, i la estructuració en bloc en l'emmagatzematge, arribem a la conclusió que tenim una capacitat per 3000 palets. Sent coherents amb les necessitats operacionals al magatzem, aplicarem un factor de 75%. Aquests 375m² que no considerem útils, es suposa que seran per fer carrers per accedir millor al producte o deixar espais per diferenciar referències.



Figura 5.3. Imatge del magatzem de producte manipulats i l'organització del producte (Font: Pròpia)

A més a més es disposa de tres espais amb estanteries (en la figura 7.2. es poden veure representades amb quadrats amb una creu al centre), les de la part central del magatzem tenen una capacitat de 240 palets cada una, mentre que la ubicada a la part dreta, al costat de la zona de picking, és de 190. Amb les estanteries trobem el mateix problema que amb el magatzem, el accés a cada fila només es pot fer des del passadís.

Aquestes estanteries estan destinades principalment al producte que té un empaquetat en caixa, ja que aquest no es pot apilar com la resta de producte, ja que es malmetria la caixa. Per tant, per optimitzar l'espai, s'intentarà col·locar tot i únicament el producte amb caixa en aquests espais.



Figura 5.4. Imatge del magatzem de producte manipulats i l'organització del producte (Font: Pròpia)

Tenint en compte la estructura d'aquestes estanteries, afirmar que es pot disposar del 100% de la capacitat sense que interfereixi en les tasques del magatzem, no es coherent; per tant, apliquem també un factor del 75%, de forma que hi ha disponibles 503 espais.

Per tant, com a balanç global, es disposa d'espai per 2250 palets emmagatzemats en bloc i 503 palets en estanteries destinats als productes que van encaixats.

5.1.2. Matèries primes

Entrem ara a identificar i analitzar les zones que es disposen per dipositar-hi matèries primes.

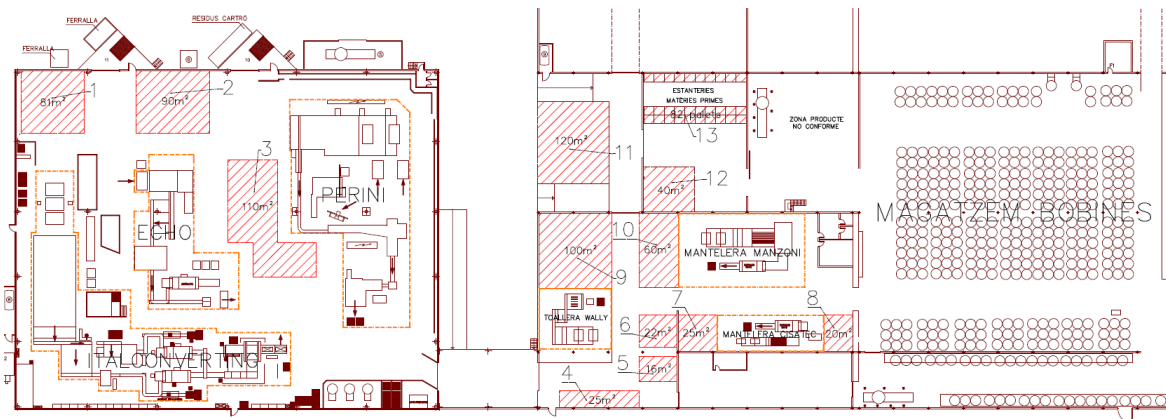


Figura 5.5. Plànol parcial de la planta amb les zones on es podria dipositar material (Font: Pròpia)

Es pot observar en el plànol anterior que existeixen varies zones en tota la planta o es pot dipositar matèries primes ja que no són un espai de pas i no interfereixen en les zones de treball de cada línia. Tenir una distribució com aquesta és positiu en el punt de que permet ubicar les matèries que són necessàries per una línia en concret, el màxim a prop possible. Ara s'analitzarà aquestes diferents zones per veure les seves característiques i limitacions, definint el que posteriorment servirà per plantejar la ubicació de tots el materials.

Primer de tot, s'ha de tenir en compte que es disposa d'un magatzem destinat a bobines, on s'ubiquen tan bobines destinades a la manipulació, com bobines que seran venudes a clients directament. Apart de la zona 13 en que hi ha estanteries, en la resta de zones és viable dipositar-hi bobines, fet que pot ser interessant degut a la distancia que hi ha des del magatzem de bobines a les diferents línies de producció.

Es pot veure com les tres primeres zones estan ubicades dins de la nau on hi ha les tres línies més grans amb un total de 281m².

Les zones de la número 4 a la 10, es troben dispersades i molt properes entre elles, al costat de les manteleres i la toallera, i sumen un total de 268m².

Aquestes zones tan properes a les línies permet reduir molt els temps de distribució interna si s'ubiquen de forma correcta. Poden ser interessants per ubicar matèries de consum recurrent en aquestes línies, ja que n'ha ha algunes que són consumides en més d'una línia, per exemple la Italconverting i la Echo utilitzen plàstics d'embalatge iguals i les manteleres també en fan servir un de compret i, fins i tot, bobines.

Més allunyat de la majoria de punts trobem la zona 11, que és considerablement gran, però com a punt negatiu té que només si pot accedir des de la part esquerra, des del exterior, i tot i que està cobert, no es un espai tancat, per tant no es recomanable dipositar-hi producte que és pugui veure afectats per les condicions climàtiques com seria les bobines de paper, les caixes i les coles.



Figura 5.6. Imatge de la zona 11 (Font: Pròpia)

Com última zona d'ubicació a comentar, tenim la zona 13, que disposa d'unes estanteries amb una capacitat de 82 palets. Al contrari que les estanteries de producte acabat que només permetien accedir des del passadís principal, aquestes permeten retirar el producte de tots els punts ja que tenen una profunditat igual al espai que ocupa el palet. Això fa que aquesta zona sigui perfecte per dipositar productes de poca rotació i que disposem de quantitats petites, ja que permet tenir-ho ben ordenat i classificat. Com es lògic en aquesta zona no si podrà ubicar bobines.



Figura 5.7. Imatges de les estanteries de la zona 13 (Font: Pròpia)

A partir de tota la informació d'aquests punts i de les característiques de les diverses matèries primes que es poden veure en l'Annex A, juntament amb la rotació de cada una d'elles, que s'analitzarà més endavant, es podrà determinar la seva millor ubicació.

5.2. Distribució interna

S'entén com a distribució interna totes les operacions que es realitzen amb l'objectiu de moure i ubicar els productes al lloc on són necessaris abans que siguin enviats al client, amb uns equips especialitzats.

En aquest punt mostrarem i analitzarem els diferents moviments que realitzem els equips de distribució interna, que són toros mecànics, per portar els productes i matèries primes al seu lloc de emmagatzematge o consum.

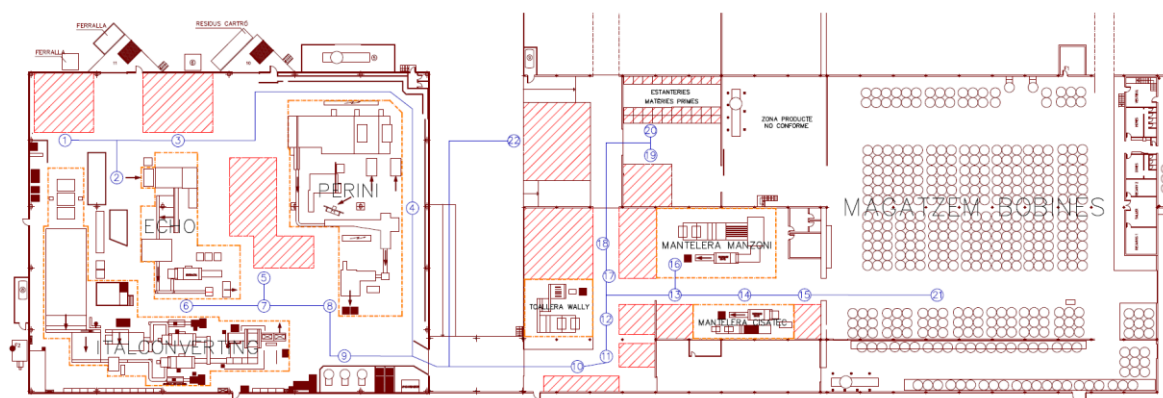


Figura 5.8. Plànol parcial de la planta amb les diferents rutes que es realitzen segons les zones d'emmagatzematge que es disposen (Font: Pròpia)

En els punts que s'han marcat, trobem les diferents zones que s'han identificat com a possible ubicació dels materials i les zones on es consumeixen aquestes. Mesurant les distàncies que hi ha entre els punts, es construeix una taula que ens servirà posteriorment per avaluar on situar cada una de les matèries primes.

Es pot veure la taula amb les diferents distàncies a l'Annex C i els punts on es consumeixen les matèries primes a l'Annex A.

5.3. Distribució externa

La distribució externa o el transport, si no tenim en compte la logística inversa, és el procés final en la cadena de subministrament que s'encarrega de situar el producte al client final. El cost del transport sobre el cost del producte té un pes important, es calcula que sobre un 6,5% del cost del producte es degut a la distribució (<http://www.logisticaytransporte.es>).

Com s'ha comentat al principi d'aquest apartat, el cost del transport està directament lligat amb els magatzems que disposa una empresa i la optimització que es pugui fer tan a nivell de minimitzar el nombre de camions per servir les comandes, com fent una bona planificació de les diferents rutes.

La necessitat de millora del servei per part de molts sectors i empreses, l'aparició i creixement en poc temps del *ecommerce* i l'augment del transport de mercaderies internacional, ja fet que els últims anys, la demanda del transport hagi crescut moltíssim; i ha comportat l'aparició de moltes empreses especialitzades en el transport, fent que s'hagi reduït la adquisició de flotes per part de les empreses i hagin apostat per la subcontractació en la distribució final del producte.

En el cas d'estudi, el transport està totalment subcontractat i es disposa de varis d'operadors logístics que distribueixen cada una en certes zones en les quals hi ha ubicats els clients. Les urgències, problemes o intents de servir el producte amb el menor temps possible fa que no sempre es pugui escollir la opció més òptima. Tanmateix, sense disposar de una flota pròpia, és complicat fer una optimització a nivell de combinar comandes en un mateix viatge, ja que en molts casos els operadors logístics no permeten ajuntar més de dues comandes amb ubicacions diferents i depèn de les distàncies entre els clients, tampoc s'accepta.

A continuació a partir de les vendes dels anys 2017 i 2018 i de les ubicacions de cada un dels clients, es crea un plànol on visualment es pot veure tots els punts on es subministra actualment, que són un total de 103 repartits principalment a Espanya i França, i també en un volum més baix a Portugal i Andorra.

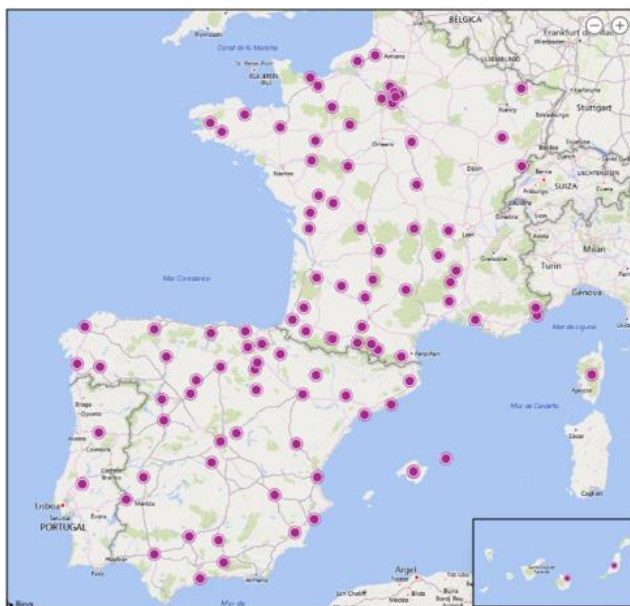


Figura 5.9. Plànol amb les ubicacions dels clients del cas d'estudi (Font: Pròpia)

Seguint treballant amb les dades extretes, obtenim el nombre de palets que s'han venut a cada client i cada zona, i s'analitza com són les comandes que es sol·liciten i es serveixen. Per norma general, en un tràiler i caben 32-33 palets europeus.

País	NºPalets venuts	NºCàrregues realitzades	NºCamions complets	% Camions complets	Mitjana palets per càrrega
Espanya	60.109	4.729	945	19,98%	12,71
França	12.307	1.822	86	4,72%	6,75
Portugal	685	24	20	83,33%	28,5
Andorra	565	107	-	0,00%	5,28
Total	73.666	6.682	1.051	15,73%	11,02

Figura 5.10. Taula amb les dades de vendes per país (Font: Pròpia)

Es pot veure que com s'havia comentat més del 80% del producte venut es subministra a Espanya entre les 44 ubicacions en les quals hi ha clients, el 16% a França en 56 ubicacions diferents i per últim, Portugal i Andorra es realitzen carregues esporàdiques que no suposen ni el 4% de tot el producte venut. Tanmateix, s'observa que el nombre de camions complets i la mitjana que resulta dels palets entre les càrregues, es veu que els valors son molt baixos.

Si s'analitza més detalladament les càrregues per nombre de palets obtenim els següents resultats mostrats en un gràfic per país.

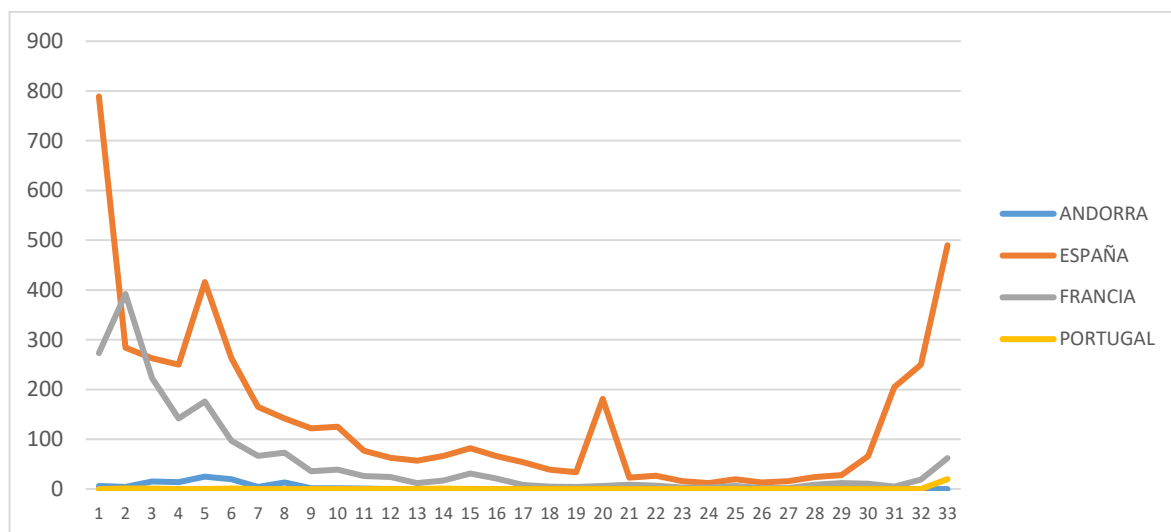


Figura 5.11. Gràfic amb el nombre de comandes subministrades en funció del nombre de palets per càrrega (Font: Pròpia)

Analitzant les dades del tipus de càrregues que es realitzen, podem afirmar, i concorda amb el model de clients que es disposen, que són majoritàriament petits, com s'ha comentat al apartat 2.1. El fet que les comandes siguin tan petites, comporta un cost més gran a nivell de transport, ja que les tarifes que ofereixen els diferents operadors, estipulen un preu per palet que és més econòmic com més palets han de transportar, ja que per ells els costos també són més baixos si es dona aquesta situació.

Agafant les dades reals dels diversos costos que es tenen registrats del transport per cada comanda facilitades per l'empresa, obtenim els següents resultats, que es mostren agrupats per països com l'anterior.

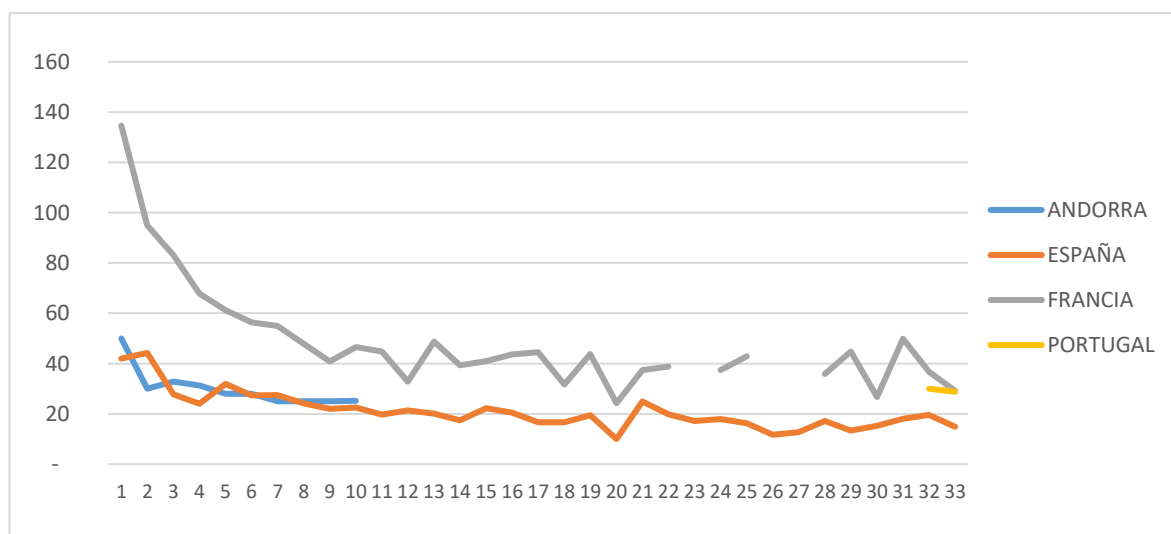


Figura 5.12. Gràfic amb el preu per palet en funció de la quantitat de palets per càrrega (Font: Pròpia)

Tot i que les dades poden estar una mica distorsionades, ja que s'han agrupat en països per la quantitat de ubicacions que es subministra, i es evident que no es el mateix portar una comanda al sud que al nord de França, els resultats obtinguts són significatius per veure i valorar l'efecte a nivell de cost que es subministri tant poc producte per comanda i camió.

Es pot observar en el gràfic com els preus per pocs palets són molt més elevats en comparació a les càrregues més grans, sent per Espanya el doble del cost en les de 1 i 2 palets, i estabilitzant-se a partir dels 10. Si veiem la figura 7.11, on hi ha el gràfic del nombre de palets per comanda, veiem que hi ha més de 1000 comandes subministrades amb 1 o 2 palets.

En el cas de França, la diferència és encara més elevada, arribant a valors 3 o 4 vegades més elevats en càrregues de pocs palets respecte als de més quantitat. També es pot observar que a partir dels 10 palets el preu s'estabilitza. Si es torna a la figura 7.11, es veu que la gran majoria de les comandes són de menys de 10 palets.

Totes aquestes dades i reflexions, serviran a posterior per plantejar i estudiar una millora en els costos de transport, concretament a França.

6. Gestió del inventari

Tenir una gestió del inventari ben definida és vital en tota empresa que manipula i subministra algun producte. Aquest punt influeix en moltes àrees i departaments de la companyia ja que defineix i marca els **nivells d'stock** de producte que es serveix al client, fet que afectarà directament al **nivell de servei** en el subministrament del producte, la política o **planificació de la producció**, que està lligat sempre amb la productivitat; això comportarà unes **necessitats d'aprovisionament i compres** de les matèries primes o producte semielaborat i unes **necessitats d'espai** de tots els productes manipulats previs a la venda i les matèries pendents de manipular.

Degut a la gran quantitat d'efectes que té aquest punt, és indispensable que de forma interdepartamental o a nivell de direcció, s'estableixin les bases de com es vol treballar o quina estratègia es seguirà. El departament comercial o de vendes voldrà tenir la màxima disponibilitat en tots els productes, producció voldrà tirades de fabricació llargues i regulars amb els mínims canvis possibles, el departament de compres voldrà comprar en grans volums i els responsables del magatzem voldran tenir el mínim tan de producte per vendre com de matèries primes.

Cada empresa i sector té unes preferències i una política diferent segons les necessitats, els costos o els objectius que es tinguin. Des d'una visió integral i sent coherent amb l'estratègia de les teories contemporànies de la cadena de subministrament, el objectiu principal es donar el millor **servei al client** reduint al màxim els costos associats a tots els processos i punts des de la compra i aprovisionament dels materials necessaris fins a la venda, passant per la producció i el emmagatzematge.

Per aquest motiu, estudiarem com podem optimitzar el nostre sistema, garantint un bon servei al client a la vegada que ajustem al màxim els nivells d'stock per reduir els costos associats que representen, plantejant un model de producció i aprovisionament amb el mateix objectiu a nivell de quantitats però d'una forma coherent amb el cost que té associat la realització de més o menys canvis.

6.1. Estudi de la demanda

Per realitzar el estudi de la demanda s'agafen com a dades d'estudi les vendes reals per setmana de tots els productes, en un període de 2 anys (2017-2018). Entre tots aquests productes tenim, com ja s'ha comentat anteriorment quan s'ha presentat els productes, uns que s'obtenen fabricant-los i altres comprant-los. A continuació podem veure la quantitat de referències que tenim:

TIPO PRODUCTE	Fabricació	Compra	Total general
SE		467	467
BS	201		201
HI	194		194
MT	100	33	133
BI	99		99
HD	46		46
TP	21	10	31
BM	20	2	22
BA	20		20
CR		17	17
CV	13		13
HC	3		3
Total general	717	529	1246

Figura 6.1. Taula amb el nombre de productes per família i obtenció (Font: Pròpia)

Es important tenir en compte que la demanda en pocs casos es regular i esta subjecte a factors com l'estat o necessitats dels clients, l'època de l'any en que ens trobem, modificació de tarifes, etc.

Podem veure a continuació un gràfic amb les vendes d'uns dels productes amb més demanda del nostre cas d'estudi.

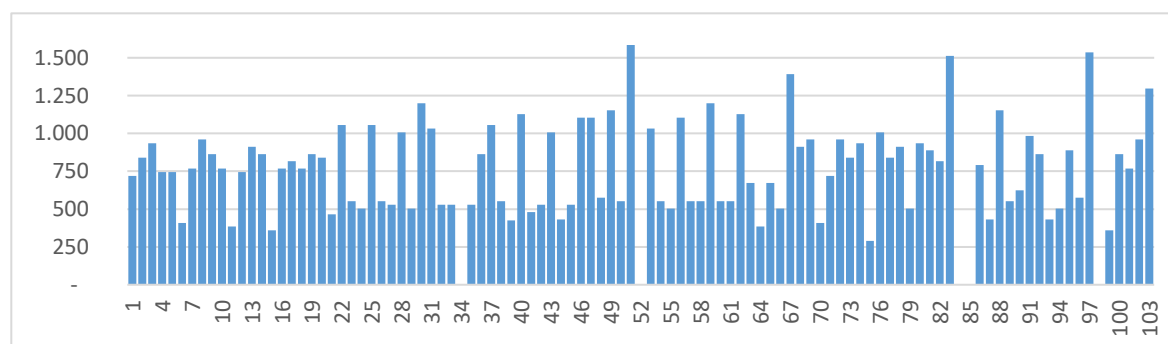


Figura 6.2. Demanda d'un producte per setmana durant el període 2017-18 (Font: Pròpia)

Per analitzar la demanda de cada producte primer s'agrupa la demanda en períodes d'una setmana, com es pot veure en el gràfic 8.2. i calculem la mitjana aritmètica d'aquestes demandes setmanals durant el període de 2017 i 2018.

$$\mu = \frac{\sum_{i=1}^n D_i}{n} \quad (\text{Eq. 6.1})$$

On:

- μ : és la mitjana aritmètica.
- D_i : és la demanda en el període i .
- n : és el nombre de períodes.

Posteriorment analitzem la dispersió que hi ha en els valors de demanda de cada producte, de forma que es pugui veure la regularitat o no d'aquests i que ens servirà per prendre decisions com seria el stock de seguretat que em de disposar per garantir el servei.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n |D_i - \mu|^2}{n}} \quad (\text{Eq. 6.2})$$

On:

- σ : és la desviació estàndard.
- μ : és la mitjana aritmètica.
- D_i : és la demanda en el període i .
- n : és el nombre de períodes.

Tenint en compte la quantitat de referències que es disposa i el factor de la personalització ens els productes, trobem que hi ha productes que tenen una rotació molt baixa i son sol·licitades en molts pocs períodes. Avaluem els percentatge de períodes en els que tenim demanda i exposem les dades:

$$\forall i : \% \text{Setmanes amb venda} = \text{Contar}(D_i > 0)/n \quad (\text{Eq. 6.3})$$

TIPO PRODU CTE	90%- 100%	80%- 90%	70%- 80%	60%- 70%	50%- 60%	40%- 50%	30%- 40%	20%- 30%	10%- 20%	0%- 10%	0 %	Total general
SE	7	4	4	14	7	12	9	17	28	361	4	467
BS	6	3	7	5	5	6	10	25	35	98	1	201
HI	4	2	5	5	4	4	10	18	33	107	2	194
MT		1	3		3	6	6	13	21	80		133
BI		1	2	2	4	3	4	9	20	54		99
HD	6	2	2	2	2	3	4	3	7	15		46
TP	1			1	2		1	6	4	16		31
BM			2				1	2	4	13		22
BA					2		3	1	5	9		20
CR							1	4	2	10		17
CV					1		2		4	6		13
HC				1				1		1		3
Total	24	13	25	30	30	34	51	99	163	770	7	1246

Figura 6.3. Taula amb el percentatge de setmanes amb demanda per cada família de productes (Font: Pròpia)

Veiem amb els resultats exposats com existeix un 62% de referències que son sol·licitades menys del 10% de les setmanes i únicament el 9,8% tenen més d'una comanda cada dues setmanes.

Aquests resultats son significatius tenint en compte l'efecte que provoca la baixa rotació amb els valors de desviació estàndard, fent que aquests siguin molt alts comparat amb els valors mitjans de demanda.

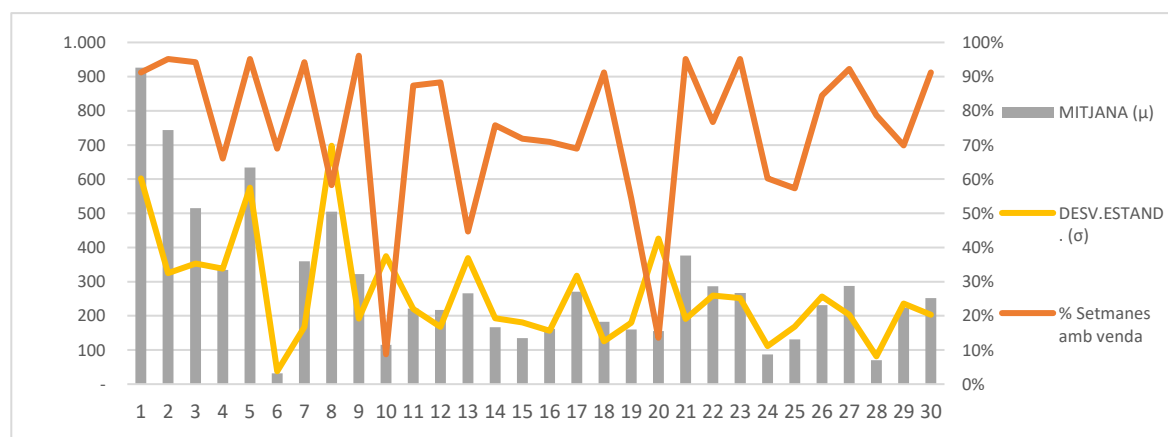


Figura 6.4. Taula amb la mitjana aritmètica, la desviació estàndard i el percentatge de setmanes amb demanda contraposats de 30 productes (Font: Pròpia)

Això indica que no seria lògic aplicar una mateixa política d'inventari a nivell d'stock de seguretat per tots els productes ja que comportaria que per garantir un mateix nivell de servei, un producte de poca rotació ens requerirà mantenir un stock proporcionalment molt més gran que en altres productes de consum elevat i amb una rotació més gran.

Amb totes aquestes consideracions, es veu necessari crear una diferenciació en categories per establir unes polítiques diferenciades al no ser coherent ni eficient establir els mateixos nivells d'stock.

6.2. Classificació ABCD

Seguint amb l'apartat anterior, entrem a crear una classificació pels nostres productes que ens serveixi per establir diferents polítiques d'inventari que siguin més coherents. El tipus de classificació ABCD és un mètode utilitzat de forma habitual en gestió d'inventari. Es basa en el principi de Pareto i classifica els productes segons el impacte que té cada producte en l'economia de l'empresa.

Pel nostre cas en concret, establim les condicions que determinen a quina categoria correspon cada producte amb dos variables que son les que es considera que influeixen més i tenen més valor:

- El percentatge de setmanes en les quals hi ha demanda del producte, variable la qual ja em vist que afecta directament en els resultats a nivell d'stock.

- El impacte econòmic en les vendes de l'empresa, ja que no es pot obviar la importància d'aquest efecte a l'hora de marcar la quantitat de producte que tindrem disponible, si aquest significa una entrada de capital important.

Establim els valors de demanda i impacte econòmic que es poden veure a continuació en la taula junt amb el nombre de referències de cada categoria. Apart de les categories ABCD, s'ha incorporat la categoria OBS, que significa que son o podrien esdevenir productes en estat de obsolescència, fet que es important tenir en compte si es vol fer una bona gestió del inventari, sobretot si es disposa de nivells d'stock elevats o, com es en aquest cas, hi ha una gran quantitat de referències que tenen aquest perfil.

Categoria	Demanda	Facturació	Descripció	Nº Productes
A	> 60%	> 0,5%	Productes amb una gran rotació i amb impacte econòmic gran.	33
B	> 50%	> 0,1%	Productes amb una gran rotació.	64
C	> 20%	-	Productes amb una rotació mitjana.	209
D	20% > X > 5%	-	Productes amb una rotació baixa.	316
OBS	< 5%	-	Productes amb una rotació molt baixa que rosen la obsolescència o estan obsolets.	624

Figura 6.5. Taula amb les diferents categories amb els paràmetres i el nombre de productes que corresponen a cada una. (Font: Pròpia)

El principi de Pareto estableix que el 20% dels productes representen el 80% de la facturació i que aquest seran els productes de categoria A. En el nostre cas, son 210 productes (16,85%) els que representen el 80% dels ingressos econòmics. Com es pot veure, no s'ha utilitzat els criteris d'aquest principi per definir les categories principalment perquè en el nostre cas hi ha una gran quantitat de referències amb un impacte mitjà que juntes representen un volum gran d'ingressos però per de forma individual no tenen un valor significatiu. Classificar les referències d'aquesta forma en permet potenciar el servei en els productes de gran impacte, garantint un nivell de servei elevat amb el stock que això comporta; i per tots aquests productes que tenen un pes mitjà i son molts, establir una política que garanteixi un nivell de servei correcte, entenent la importància que sí que tenen, però amb uns inventaris més moderats, ja que al ser moltes referències, un augment del servei provoca un augment proporcionalment molt més elevat en l'stock.

6.3. CSL - Nivell de servei de cicle

A partir de la classificació ABCD que hem establert ja podem avançar per establir una política d'inventari que tingui en compte les diferències que tenim en els productes. Primer de tot introduïrem el concepte de nivell de servei i com a partir d'aquest, s'estableix els nivells d'stock.

Definim el CSL (*Cycle Service Level*) o nivell de servei del cicle com la fracció de la probabilitat en que es satisfà tota la demanda en un cicle, per tant és la probabilitat que la demanda en un període sigui més petit o igual al stock disponible per aquest període.

$$D_L = \mu * L \quad (\text{Eq. 6.4})$$

On:

- D_L : és la demanda esperada en el període L .
- L : és el temps entre cada cicle de producció o aprovisionament.

Paral·lelament també definim el ROP (*Reorder point*), que és el punt en el qual es llançaria l'ordre de producció o de compra, ja que es el moment en que el nivell d'inventari es el just per cobrir la demanda fins al moment d'obtenir el nou producte més el stock de seguretat establert.

$$ROP = D_L + SS \quad (\text{Eq. 6.5})$$

On:

- ROP : és el punt de reaprovisionament.
- SS : és l'stock de seguretat.

Ara mateix en el nostre cas, com que no s'ha establert uns mínims en el que seria la producció o l'aprovisionament i sinó que cada període és fabrica o compra el necessari per cobrir un període de temps L , el ROP, apart de ser el que es per definició, la suma entre la demanda esperada i el stock de seguretat; també serà el valor màxim d'stock de cada producte.

A partir d'això formulem el CSL com:

$$CSL = P(D_L \leq ROP) \quad (\text{Eq. 6.6})$$

Per tant ens queda pendent com determinem el stock de seguretat (SS). Aquest valor l'obtenim a partir de la funció de densitat de probabilitat acumulada.

La funció de densitat estima la probabilitat que de que una variable prengui un determinat valor en funció de la mitjana aritmètica d'un conjunt de dades i la seva desviació estàndard.

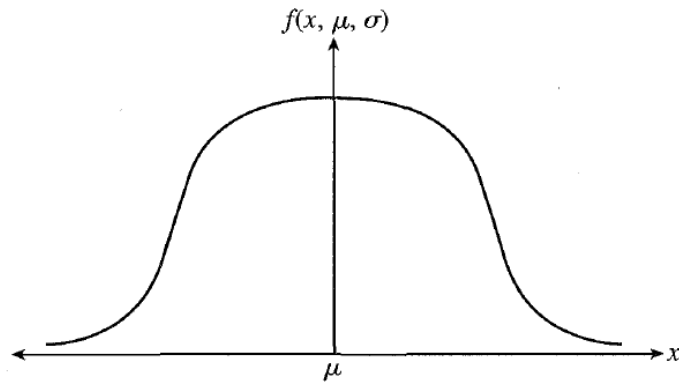


Figura 6.6. Imatge de la representació d'una funció de densitat (Font: Llibre *Administración de la cadena de suministro*)

La funció de densitat és defineix amb la següent formula:

$$f(x, \mu, \sigma) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp \left[-\frac{(x - \mu)^2}{2\sigma^2} \right] \quad (\text{Eq. 6.7})$$

On:

- x : és el valor en el qual es vol determinar la probabilitat.
- σ : és la desviació estàndard.
- μ : és la mitjana aritmètica.

A partir de la funció de densitat, obtenim la funció de densitat acumulada que enlloc de donar-nos la probabilitat en un punt en concret, en dona la probabilitat en un interval de valors.

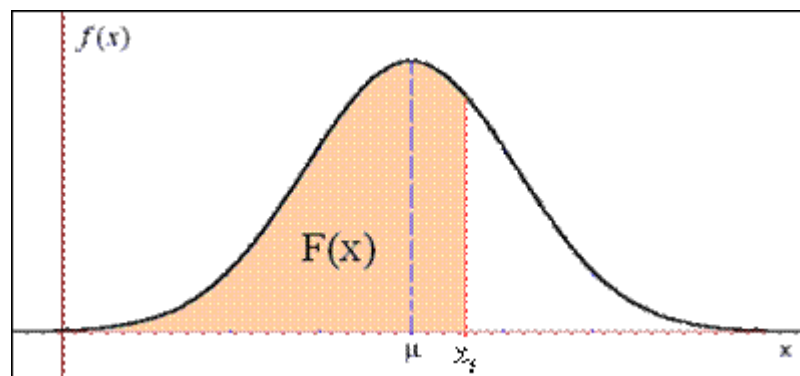


Figura 6.7. Imatge de la representació d'una funció de densitat acumulada (Font: Web *Derivadas.es*)

Tenint en compte que el que ens volem es determinar aquesta probabilitat per tots els valors igual o més petits que el que especifiquem, la funció de densitat acumulada es defineix amb la següent formula:

$$F(x, \mu, \sigma) = \int_{X=-\infty}^x f(X, \mu, \sigma) dX \quad (\text{Eq. 6.8})$$

On:

- x : és el valors del extrem superior del interval, per tant el stock a final de cicle.
- σ : és la desviació estàndard.
- μ : és la mitjana aritmètica.

En el nostre cas, tenint en compte que tenim definit un període L , transformem la funció amb les nostres variables pròpies. Per altre banda el valor x serà igual al stock que tindrem a final de cicle, per tant serà igual al ROP.

$$F(ROP, D_L, \sigma_L) = \int_{X=-\infty}^{ROP} f(X, D_L, \sigma_L) dX \quad (\text{Eq. 6.9})$$

On:

- μ_L : és la mitjana aritmètica en el període L .
- σ_L : és la desviació estàndard en el període L .

Tenint en compte la equació 8.2, que és la formula de la desviació estàndard, el desviació estàndard en un període L seria igual a:

$$\sigma_L = \sigma * \sqrt{L} \quad (\text{Eq. 6.10})$$

La mitjana aritmètica en el període L s'ha formulat i presentat en l'equació 8.4.

Un cop definits tots els conceptes necessaris per determinar el nivell de servei i els stocks de seguretat, podem veure que es necessari parametritzar un d'aquests dos valors per poder determinar l'altre.

En el nostre cas és clarament necessari que el valor fixat sigui el nivell de servei CSL, ja que volem definir un mateix nivell para cada categoria de producte. Per tant farem us de la funció inversa de densitat acumulada per determinar el valor necessari per tenir un nivell de servei concret.

$$CSL = F(ROP, D_L, \sigma_L)$$

(Eq. 6.11)

$$ROP = F^{-1}(CSL, D_L, \sigma_L)$$

Desglossant el ROP en les variables que el formen obtenim:

$$ROP = D_L + SS = F^{-1}(CSL, D_L, \sigma_L)$$

(Eq. 6.12)

Per tant podem definir el stock de seguretat, a partir d'un nivell de servei CSL concret i les dades de mitjana i desviació estàndard de la demanda en un període L com:

$$SS = F^{-1}(CSL, D_L, \sigma_L) - D_L$$

(Eq. 6.13)

Podem veure a continuació la quantitat de palets en stock que tindriem per cada categoria en funció del CSL que se li apliques. Les dades que es mostren estan calculades suposant un període de L igual a una setmana i el stock en palets està calculat com la suma entre el SS i $ROP/2$ que s'entén que és el stock mitjà que tindrem.

També es suposa i així es valorarà en les resta de parts del projecte, que cada tipus de producte ocupa mínim un palet, entenent que no es vol barrejar productes diferents en un mateix palet.

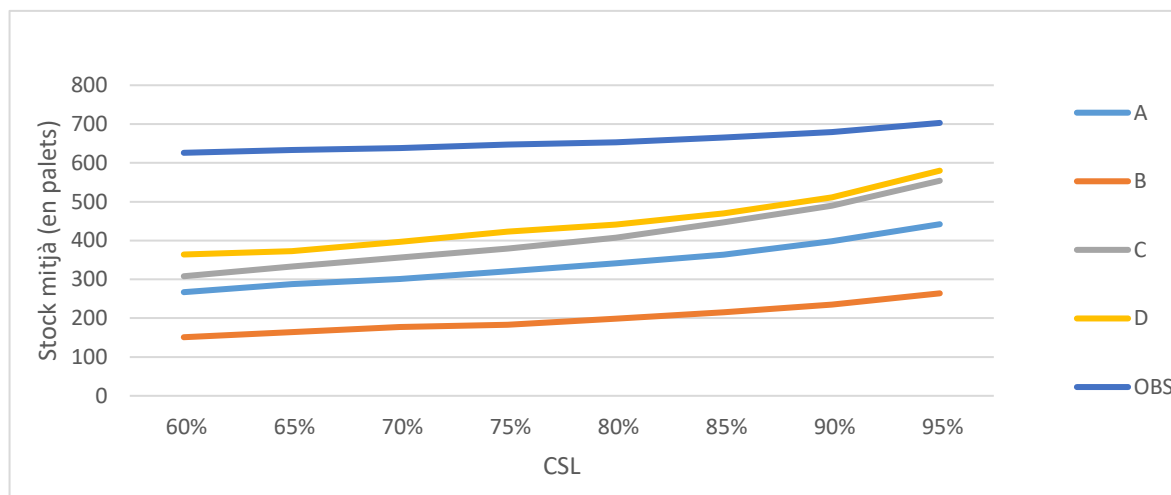


Figura 6.8. Gràfic del nombre de palets mitjans en stock per cada categoria en funció d'un CSL (Font: Pròpia)

Arribats a aquest punt ja sabem com calcularem la quantitat de producte que tindrem al final de cada cicle de producció, ara falta determinar cada quan farem cada cicle de producció, per tan determinar L.

Per introduir aquest punt necessitem fixar els valors de CSL que volem en cada una de les categories, de forma que es tingui uns valors de stock de seguretat per a cada un dels productes. Tenint en compte de cada categoria la quantitat de productes que te i la seva més o menys importància fixem aquests valors de servei:

Categoria	CSL
<i>A</i>	95%
<i>B</i>	90%
<i>C</i>	70%
<i>D</i>	0%
<i>OBS</i>	0%

Figura 6.9. Taula amb els nivells de servei CSL definits per cada categoria (Font: Pròpia)

Es determina que no tindrem stock dels productes D ni OBS ja que al haver-hi tantes referències es inviable destinar espai a aquestes referències que tenen una rotació i importància mínima. En el cas de les categories A i B establim un nivell pràcticament màxim ja que a nivell d'espai a primera vista sembla assumible totalment i per altre banda, interessa garantir que aquests productes estiguin sempre disponibles. Per últim fixem els productes C en un 70%, un valor prudent ja que no té un efecte enorme a nivell d'espai per la quantitat de referències que el conformen però si que ens dona un stock de seguretat que es correcte per ser una categoria de tan baixa rotació.

6.4. EOQ – Lot econòmic

Després d'haver analitzat la demanda, classificats els productes i especificat els nivells de servei que volem tenir en cada un dels productes, entrem en el moment d'avaluar els costos que suposa tirar endavant la gestió del producte manipulat

Per aquest càlcul utilitzarem el model de Wilson que permet determinar la quantitat de producte òptima a fabricar o comprar en cada cicle per aconseguir el cost mínim, el anomenat EOQ (*Economic Order Quantity*), el lot de comanda econòmic.

Aquest cost es calcula a partir de el cost anual de material (CM), el cost d'ordenar associat a realitzar les ordres de producció o compra (CO) i el cost de emmagatzematge i manteniment del inventari (CI).

Primer de tot presentem la formula amb la qual es calcula aquest cost total.

$$CT = CM + CO + CI \quad (\text{Eq. 6.14})$$

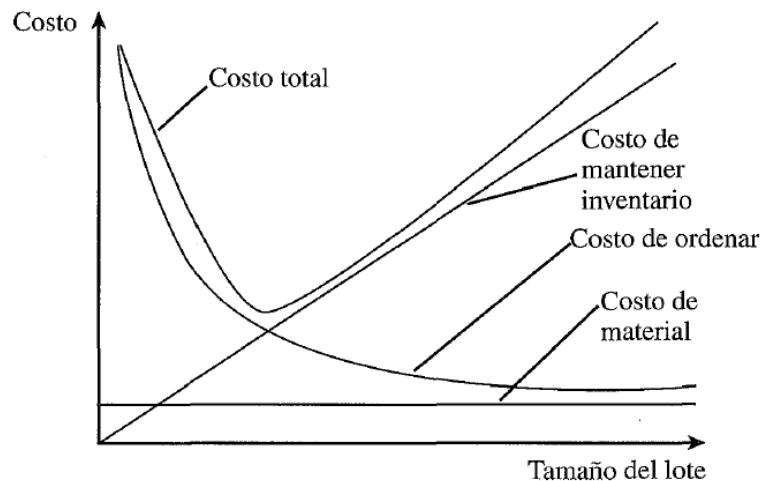


Figura 6.10. Imatge de la evolució dels costos del model de Wilson en funció del tamany del lot (Font: Llibre *Administración de la cadena de subministro*)

En el cost anual de material està determinat a partir de les llistes de materials de cada producte amb el cost mitjà que tenen les matèries primes utilitzades per la fabricació i amb el temps calculat de producció per el cost temporal de cada línia de producció. En el cas dels productes que son comprats, el valor C serà el seu preu de compra.

$$CM = C * D = (C_{MP} + C_{TP}) * D \quad (\text{Eq. 6.15})$$

On:

- C : és el cost d'una unitat de producte.
- C_{MP} : és el cost de les matèries primes d'una unitat de producte.
- C_{TP} : és el cost associat al temps de producció d'una unitat de producte.
- D : és la demanda anual del producte.

En el cost de emmagatzematge i manteniment del inventari és calcula a partir de la següent formula:

$$CI = S_m * h * C \quad (\text{Eq. 6.16})$$

On:

- S_m : és l'stock mitjà.
- h : és la fracció del cost d'inventari.

Per determinar el valor de h s'assigna un factor per a cada una de les categories. El motiu és que, apart del cost del espai que ocupa, aquest factor està relacionat amb la rotació dels productes i el fet que un

producte tingui més o menys sortida condiona directament a aquest cost ja que com més temps passa un producte al magatzem, més possibilitats hi ha de que es malmeti ja que pot ser subjecte de moviments necessaris en el magatzem, d'accidents o acumulació de pols o brutícia.

Com que ja hem definit que ens els productes D i OBS no tindrem stock, no s'especifica el factor h per aquestes categories.

Categoria	Producte sense caixa	Producte amb caixa
h_A	10%	20%
h_B	20%	40%
h_C	30%	60%

Figura 6.11. Taula amb els valors del factor h per cada categoria (Font: Pròpia)

Referent al S_m , l'stock mitjà que tenim al magatzem, queda determinat per el stock de seguretat definit pel índex de servei CSL, i el valor mitjà del lot de fabricació Q .

Considerant una demanda regular, la mitjana dels valors de Q serà igual a D_L la demanda del període que hi ha entre una fabricació/compra i la següent. Per tant el S_m serà la meitat d'aquest valor més el SS.

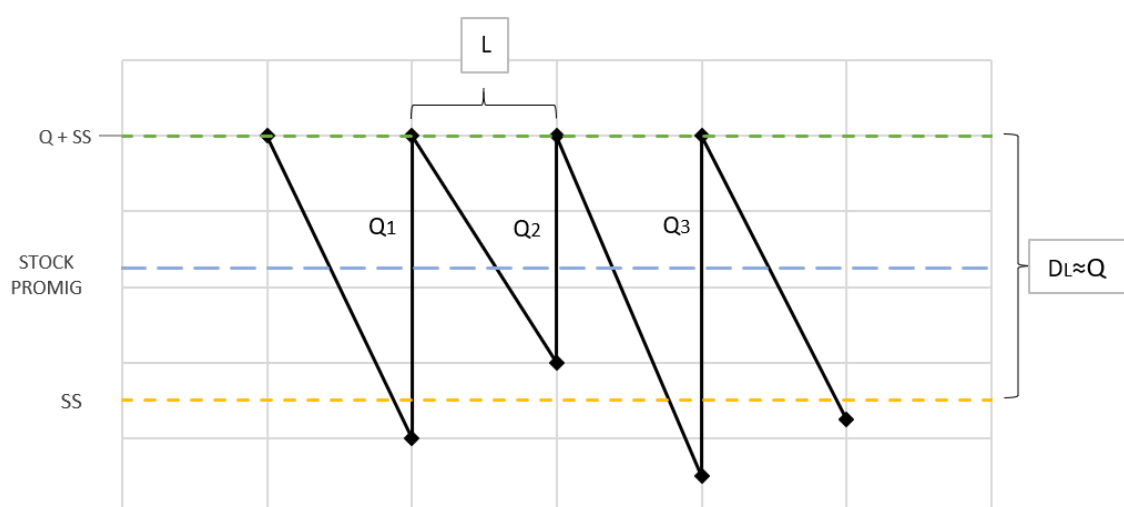


Figura 6.12. Gràfic on és representa l'evolució del stock al llarg d'un període (Font: Pròpia)

Tot el canvi de terminologia que hi ha hagut al canviar de demanda d'un període (D_L) a lot de producció (Q), podem veure que segueix el mateix criteri que prèviament en l'apartat 6.3 quan s'ha definit el ROP, el punt de reaprovisionament. És important que aquests valors estiguin ben quadrats per garantir que cobreix, amb el nivell de servei marcat, la demanda esperada fins al pròxim cicle.

Per tant, la formula de CI desenvolupada es la següent:

$$CI = S_m * h * C = \left(\frac{Q}{2} + SS \right) * h_z * (C_{MP} + C_{TP}) \quad (\text{Eq. 6.17})$$

On:

- S_m : stock mitjà.
- h_z : és la fracció del cost d'emmagatzematge per la categoria z.
- SS : és l'stock de seguretat.
- C : és el cost d'una unitat de producte.
- C_{MP} : és el cost de les matèries primes d'una unitat de producte.
- C_{TP} : és el cost associat al temps de producció d'una unitat de producte.

Per últim en el cost d'ordenar, que com em comentat es l'associat a la realització de les ordres de compra o producció, es calcula amb la següent fórmula:

$$CO = \frac{D}{Q} * S = N * S = \frac{52}{L} * S \quad (\text{Eq. 6.18})$$

On:

- Q : és el lot de fabricació/compra.
- D : és la demanda anual de producte.
- S : és el cost de realitzar la ordre de producció o compra.
- N : és el nombre de cicles anuals de fabricació o compra.
- L : és el període entre fabricació o compra.

Originalment la equació es defineix amb el D/Q , però es evident que es pot presentar en funció del temps L o com a cicles de producció anuals.

En aquest cost tenim que diferenciar entre els productes que s'obtenen amb una compra i els productes que són produïts, ja que seran tractats de forma diferent.

En el cas dels productes que es fabriquem, el valor de S està directament relacionat amb el cost que té associat el canvi i l'ajust de la línia de producció per realitzar un producte. Per aquest motiu, s'agrupen tots els productes en 33 subfamílies, presentades al apartat 4.1 en cada línia de producció, segons el tipus de canvi que requereixen. S'han seleccionat únicament els canvis més significatius i s'ha suposat que la resta de canvis entre referències, no requereix temps.

A partir dels temps que es requereix per fer el canvi, que s'ha especificat per a cada subfamília, i el cost temporal que té associat cada línia de producció (apartat 4.2) podem determinar el cost que suposa la realització de cada canvi. D'aquesta manera establim que tots els productes que requereixen el mateix canvi, es realitzaran un nombre determinat i igual de vegades amb l'objectiu de ajustar encara més els costos d'ordenar. A continuació es pot veure la taula amb les dades de cada subfamília:

Línia de producció	Subfamília	Nº Productes	Vendes anuals	Temps de canvi (hores)	Cost del canvi (€)
Echo	EBA	5	4.182	0,5	57,4
Echo	EBI	66	69.758	0,5	57,4
Echo	EBM	8	5.265	1,5	172,1
Echo	EBS	37	82.213	0,5	57,4
Echo	ECV	6	1.127	2	229,4
Echo	EHI	70	72.878	0,5	57,4
Italconverting	IBA	15	43.240	0,25	28,9
Italconverting	IBI	33	35.154	2	231,5
Italconverting	IBM	12	9.047	3	347,2
Italconverting	IBS	164	434.229	0,25	28,9
Italconverting	ICV	7	2.505	3	347,2
Italconverting	IHI	124	183.986	0,25	28,9
Mantelera Cisatec	MT030	54	27.712	3	223,9
Mantelera Cisatec	MT050	11	2.125	3	223,9
Mantelera Manzoni	MT060	1	15	4	410,9
Mantelera Manzoni	MT070	3	38	4	410,9
Mantelera Manzoni	MT080	1	14	4	410,9
Mantelera Manzoni	MT098	26	11.793	4	410,9
Mantelera Manzoni	MT110	1	13	4	410,9
Mantelera Manzoni	MT120	3	488	4	410,9
Perini	HD0485	5	11.792	2,5	351,8
Perini	HD0495	1	8.230	2,5	351,8
Perini	HD0685	11	52.836	2,5	351,8
Perini	HD0690	5	31.731	2,5	351,8
Perini	HD1285	17	110.029	2,5	351,8
Perini	HD1290	6	38.746	2,5	351,8
Perini	HD1295	1	38.283	2,5	351,8
Perini	HC	3	2.150	12	1.688,4
Toallera Wally	TP10	4	821	2	142,4
Toallera Wally	TP16	2	234	2	142,4
Toallera Wally	TP20	5	5.283	2	142,4
Toallera Wally	TP23	6	13.174	2	142,4
Toallera Wally	TP24	4	2.499	2	142,4

Figura 6.13. Taula de les subfamílies juntament amb el nombre de referències que les formen, les vendes que representen i el temps i cost del canvi (Font: Pròpia)

Per una banda els productes de compra se'ls associarà un preu per comanda associat al cost que suposa tan a nivell administratiu la sol·licitud d'aquest producte, com el que requereix rebre'l i ubicar-lo al magatzem, més el cost del transport.

Aquest cost serà determinat de la següent forma, igual que en els cicles de les línies de producció, trobarem el valor òptim, en aquest cas de reaprovisionaments, tenint en compte la quantitat de palets que es comprarien i transportarien a cada cicle. La finalitat d'això es que s'optimitzi el cost associat al transport ajuntant el màxim de carregues i omplint els 33 palets del camió.

$$\forall \text{Productes de compra} : S_i = \left(\frac{\sum_{i=0}^n \frac{Q_i}{Ud \text{ palet}_i}}{33} \right) * C_{Transport} / \frac{Q_i}{Ud \text{ palet}_i} \quad (\text{Eq. 6.19})$$

On:

- S : és el cost de realitzar la ordre de compra.
- Q : és el tamany del lot de compra.
- Ud palet : és les unitats que van en un palet.
- C_{Transport} : és el cost del transport.

El valor resultant de $\frac{\sum_{i=0}^n \frac{Q_i}{Ud \text{ palet}_i}}{33}$ serà arrodonit a l'alça, de forma que el resultat només pot valors enters que representen els camions que es sol·licitaran per cada cicle.

El cost del transport serà de 550€, que es el cost que te un camió complet de Madrid, on hi ha els proveïdors i l'empresa. A més a més, li afegirem 5€ per palets en concepte de gestió i manipulació.

A partir d'aquesta formula, obtenim el preu per palet per els productes de compra per cada cicle de reaprovisionament.

Un cop analitzat i treballar cada cost, ja podem definir la equació que ens queda de cost total (CT).

$$CT = \sum_{i=1}^x (C_{MP_i} + C_{TP_i}) * D_i + \sum_{i=1}^x \sum_{j=1}^y N_{ij} * S_{ij} + \sum_{i=1}^x \left(\frac{Q_i}{2} + SS_i \right) * h_{zi} * (C_{MP_i} + C_{TP_i}) \quad (\text{Eq. 6.20})$$

On:

- C_{MP} : és el cost de les matèries primes d'una unitat de producte.
- C_{TP} : és el cost associat al temps de producció d'una unitat de producte.
- D : és la demanda anual del producte.
- Q : és el tamany del lot de fabricació o compra.

- h_z : és la fracció del cost d'emmagatzematge per la categoria z.
- SS : és l'stock de seguretat.
- N : és el nombre de cicles anuals de fabricació o compra.
- S : és el cost de realitzar la ordre de producció o compra.
- i : és cada una de les referencies.
- j : és cada una de les subfamílies o si es un producte que es comprat.
- x : és el nombre total de referencies.
- y : és el nombre total de subfamílies.

Subjecte a la següents restriccions:

$$\forall i : Q_i = D_i * L_{ij} = D_i * \frac{52}{N_{ij}} \quad (\text{Eq. 6.21})$$

El valor de Q per cada un dels productes ha de ser igual a la demanda esperada en el període L.

$$\forall \text{Productes sense caixa} : \sum_{i=0}^n \frac{\frac{Q_i}{2} + SS_i}{Ud \text{ palet}_i} < 2250 \quad (\text{Eq. 6.22})$$

$$\forall \text{Productes amb caixa} : \sum_{i=0}^n \frac{\frac{Q_i}{2} + SS_i}{Ud \text{ palet}_i} < 503 \quad (\text{Eq. 6.23})$$

La suma de la quantitat de palets mitjans per període $(\frac{Q_i}{2} + SS_i)$ no pot ser superior a la capacitat marcada com a màxima pel correcte desenvolupament de les tasques en el magatzem presentat al apartat 5.1.1.

$$\forall j : 1 \leq N_j \leq 52 \quad (\text{Eq. 6.24})$$

El nombre de cicles de producció o compra ha de ser mínim d'un al any i màxim de 52 (un per setmana).

$$\forall j : N_j = \frac{D_j}{Q_j} = \text{Enter} \quad (\text{Eq. 6.25})$$

El nombre de cicles ha de ser un valor enter.

Per trobar la solució optima, s'utilitza el complement d'Excel anomenat *Solver*. Es fixa com a valor objectiu trobar el valor mínim del cost total (CT) de la suma dels costos de tots dels productes junts, amb les restriccions que s'han presentat prèviament i posant com a variable el nombre de cicles de cada de les subfamílies. En el cas dels productes de compra, cada un tindrà un nombre de cicles diferent

en funció dels seus costos específics, entenent que els podem sol·licitar en qualsevol moment i de forma independent a la resta.

Obtenim així la solució òptima global a partir de totes les dades i equacions que s'han presentat prèviament. Classifiquem i analitzem els resultats amb quatre tipus:

- El cost global del tot l'inventari de producte manipulat, que el classificarem per línia de producció o obtenció per veure-ho més detallat.
- El nombre de cicles (i períodes de reaprovisionament L, que estan directament relacionats) per a cada línia de producció i subfamília.
- El resultat de les necessitats d'espai en nombre de palets per a cada tipus de producte, que ens serà necessari per avaluar la viabilitat del cas.
- Els resultats de les necessitats de producció en cada línia de producció, necessari per saber el temps i personal per línia necessari.

Resultats dels costos per línia de producció:

	CT	CM	CO	CI
Echo	2.024.741	1.994.823	12.332	17.586
Italconverting	4.705.517	4.655.633	12.616	37.268
Perini	2.748.099	2.681.731	28.773	37.595
Toallera Wally	256.960	235.508	6.323	15.129
Mantelera Cisatec	329.798	311.613	7.818	10.366
Mantelera Manzoni	434.359	409.703	11.425	13.230
Compra	1.015.728	944.042	57.269	14.417
Total	11.515.202	11.233.054	136.557	145.592

Figura 6.14. Taula dels costos obtinguts en la solució per cada línia de producció (Font: Pròpia)

Aquests són els resultats obtinguts de la solució a nivell de costos associat a la producció/compra i emmagatzematge del producte manipulat i desglossat per cada línia de producció o obtenció, i amb el detall de cada un dels tres costos que conformen el total.

Primer de tot, veient el valor de cost total de cada línia de producció, podem veure el pes que té dins del nostre cas d'estudi. Els resultats són molt coherents amb la realitat respecte a les línies que presenten més costos, per tant que presenten més carga de feina degut a la demanda que hi ha dels seus productes. També podem veure com el producte que es compra externament, té un pes important, sent més gran el seu volum que les tres últimes línies.

Es pot veure també com els costos d'inventari són més grans que els costos d'ordenar en totes les línies de producció, fet que ens indica que segurament hauran sortit resultats de cicles bastant grans com a òptims. En el cas dels productes de compra a la situació és al revés, el cost d'ordenar és molt elevat ja que aquí s'inclou el cost del transport, que tot i haver estat optimitzat amb uns resultats que es veuran a continuació, són bastant elevats degut a la gran quantitat de producte que s'obté d'aquesta forma.

Resultats dels cicles de producció i aprovisionament per cada línia i subfamília:

Línia de producció	Subfamília	Nº cicles (N)	Temps canvi (en hores)	Fabricació anual (en unitats)	Temps de producció anual (en torns)
Echo	EBA	19	0,5	4.182	1,8
Echo	EBI	52	0,5	69.758	16,9
Echo	EBM	8	1,5	5.265	2,9
Echo	EBS	52	0,5	82.213	29,2
Echo	ECV	4	2	1.127	1,0
Echo	EHI	52	0,5	72.878	28,1
Italconverting	IBA	52	0,25	43.240	5,4
Italconverting	IBI	17	2	35.154	7,5
Italconverting	IBM	6	3	9.047	2,1
Italconverting	IBS	52	0,25	434.229	49,1
Italconverting	ICV	6	3	2.505	1,6
Italconverting	IHI	52	52	183.986	35,2
Mantel-Cisatec	MT030	22	3	27.712	54,5
Mantel-Cisatec	MT050	13	3	2.125	20,9
Mantel-Manzoni	MT060	1	4	15	0,1
Mantel-Manzoni	MT070	1	4	38	0,2
Mantel-Manzoni	MT080	1	4	14	0,1
Mantel-Manzoni	MT098	20	20	11.793	38,7
Mantel-Manzoni	MT110	1	1	13	0,1
Mantel-Manzoni	MT120	4	4	488	1,8
Perini	HD0485	7	2,5	11.792	3,5
Perini	HD0495	5	2,5	8.230	2,5
Perini	HD0685	13	2,5	52.836	14,2
Perini	HD0690	12	2,5	31.731	9,0
Perini	HD1285	18	2,5	110.029	27,1
Perini	HD1290	14	2,5	38.746	10,8
Perini	HD1295	8	2,5	38.283	9,6
Perini	HC	1	12	2.150	1,0
Toallera Wally	TP10	6	2	821	2,7
Toallera Wally	TP16	4	2	234	0,9
Toallera Wally	TP20	11	2	5.283	8,2
Toallera Wally	TP23	22	2	13.174	20,6
Toallera Wally	TP24	2	2	2.499	3,7

Figura 6.15. Taula dels cicles de producció obtinguts en la solució per cada subfamília (Font: Pròpia)

Aquí veiem els resultats dels cicles de producció, que són els que han estat la variable per obtenir tots els valors. A la taula veiem apart del nombre de cicles, el temps de canvi de cada subfamília, les fabricacions totals que es realitzaran en un any i el temps que es requereix anualment per tota la subfamília, la fabricació de tots els cicles junt amb el temps de canvi, i està expressat en torns setmanals, que són 40h.

Podem veure com en les línies que tenien canvis que requerien poc temps, les subfamílies respectives han arribat al valor màxim de 52, una cicle cada setmana; fet que es lògic, ja que si mirem la quantitat de les fabricacions anuals dels productes que en formen part és un valor molt elevat i realitzar menys cicles, comportaria una quantitat d'stock elevada i el cost d'inventari pujaria ràpidament, fet que fa que sigui coherent que abans d'això és facin més canvis.

Per altre banda, també han aparegut varies subfamílies en que ha sortit el valor mínim, una sola fabricació anual, provocat per les poques vendes que suposen i, a més a més, la majoria també requereixen un temps de canvi molt elevat, de forma que realitzar més cicles seria molt costós.

Obtenció	Nº cicles	Nº de palets per cicle	Compra anual (paquets)	Preu per palet
Compra	40	64,43	70.347	22,07€

Figura 6.16. Taula dels cicles de reaprovisionament obtinguts en la solució pels productes de compra (Font: Pròpia)

En el cas dels productes de compra dona un resultat de que es realitzaran 40 cicles de reaprovisionament de 64 palets, per tant, dos camions complets. El fet que no surti 66 palets que serien els dos camions complets, es degut a la condició que els cicles han de ser un valor enter, i en cas que hi hagués 39 cicles ja superava els nombre màxim de palets per camió. Tot i que el resultat sigui aquest, l'òptim seria que es completes igualment el camió amb alguna referencia en que la demanda pugui haver estat més gran o simplement per acabar de completar-lo, reduint així al màxim el preu per palet (21,67€).

Resultats de les necessitats d'espai per tipo de producte:

	Nº palets sense caixa	Nº palets amb caixa
BS	458	0
BA	46	2
BM	43	0
BI	154	0
HI	317	1
HD	911	0
HC	77	0
CR	0	9
CV	0	31
MT	0	193
TP	0	66
SE	0	197
Total	2.006	499

Figura 6.17. Taula de les necessitats d'espai obtinguts en la solució per cada tipus de producte i si són productes en caixa (Font: Pròpia)

En aquesta taula obtenim els resultats referents a l'espai que seria necessari disposar pel producte manipulat amb aquesta solució. El nombre de palets a estat calculat a partir del paletitzat, les unitats de producte de cada referència que van en un palet, tenint en compte que en cada palet no hi ha diferents productes, per tan s'ha arrodonit a l'alça el valor obtingut com a resultat.

La quantitat de producte que s'ha tingut en compte per aquest càlcul és el mateix que es presentava i s'utilitzava en la equació del cost d'inventari (Eq. 8.17) en que s'agafa el valor del stock mitjà, calculat a partir de la suma de $Q/2$ més el SS.

Els resultats obtinguts són bastant correctes, en el cas dels productes sense caixa, tot i que la restricció era de 2.250 palets, la solució òptima ha estat equivalent a 2.006, per tant és un fet positiu ja que sempre es millor disposar del mínim stock possible i ens dona un marge d'espai útil per si es necessites per qualsevol motiu. En el cas del producte en caixa, el espai requerit ja s'ha ajustat més a la restricció, és possible que en alguna subfamília tingui més cicles que els òptims per poder complir-lo.

Respecte a la quantitat segons el tipo de producte, podem veure que hi ha valors que destaquen molt. Si mirem la taula 8.15 podem veure que realment es equivalent a la demanda i quantitat de referències dels productes en el cas de les BS i els HI ja que aquests es fabriquen cada setmana , mentre que els HD apart de que tenen una demanda considerable, els seus cicles són molt més llargs i en menor quantitat degut al temps de canvi, que és molt elevat i per tant, costós.

Resultats de les necessitats de producció:

	Torns anuals	Mitjana torns setmanals	Personal per línia	Persones anuals
Echo	80	1,51	2	160
Italconverting	101	1,91	2	202
Perini	78	1,47	3	234
Toallera Wally	36	0,68	1	36
Mantelera Cisatec	75	1,42	1	75
Mantelera Manzoni	41	0,77	1	41
			Total	748

Mitjana persones per setmana	14,38
-------------------------------------	--------------

Figura 6.18. Taula de les necessitats de producció obtinguts en la solució per cada línia de producció (Font: Pròpia)

Per últim es pot veure els resultats obtinguts a nivell de necessitats de producció i, tanmateix personal. A partir del temps de producció i canvi, el nombre de cicles i les quantitats de producte que es fabricarà durant tot l'any obtenim el temps que es necessita per línia. Aquest està expressat en torn o una jornada laboral setmanal d'una persona (40h).

Tenint en compte que l'any té 52 setmanes, obtenim la mitjana de torns que es requeririen per setmana.

Per últim, es pot veure el personal necessari per línia, que com es pot observar no és igual en totes les línies, i amb aquesta última dada, es pot determinar la mitjana de personal que necessitem per setmana durant les 52 setmanes del any per realitzar tota la producció.

Fins aquest moment, aquestes dades han servit per determinar certs costos i trobar la nostra solució i a partir d'aquest punt, i en el pròxim apartat, també ens donarà les bases per construir la planificació per dur a terme la solució que escollim.

7. Necessitats de producció

Un cop establerta la política d'inventaris amb totes les restriccions estipulades, s'avalua com hauria d'organitzar-se i executar-se la producció en cada línia de producció. A partir dels resultats obtinguts del nombre de cicles, juntament amb els temps de producció i de canvi, s'obté el temps que s'ha de dedicar per la realització d'aquest.

Aquest apartat es dos objectius principals interrelacionats:

- Determinar la distribució de les produccions de manera que s'estipuli quin cicle és fabrica en cada setmana amb les condicions de periodicitat estipulades en la solució obtinguda.
- Aconseguir la màxima regularitat en les necessitats de personal de cada una de les setmanes per realitzar les produccions establertes.

S'estableix com a suposicions:

- L'any es compon de 52 setmanes productives, en les que es treballa 40 hores per torn i persona.
- La limitació de torns per setmana de cada línia de producció és de tres i que és possible realitzar torns parcials.
- Es considera que no hi ha temps perdut degut a averies o altres factors com podria ser el temps de descans.
- El personal és totalment polivalent.

7.1. Planificació de la producció

Tenint en compte com s'ha desenvolupat la gestió del inventari en l'apartat 6.4, que especifica com produïrem, tenim que per cada un dels productes un nombre determinat de produccions durant l'any (n° de cicles) amb unes quantitats determinades (Q) que poden variar lleugerament en funció de la demanda que hi hagi hagut entre dos cicles (figura 8.12).

Aquesta forma de planificació de la producció es basa en un sistema *push* ja que s'estableix un pla mestre anual. Al contrari de altres sistemes de planificació, un sistema com aquest permet disminuir els costos de producció, ja que per norma general té uns cicles de producció més llargs que un sistema contrademanda, apart d'això, permet fer una avaluació i previsió de les necessitats, tan productives com d'aprovisionament, fet que fa que sigui més robust i estable en aquests aspectes.

Per altre banda, genera unes quantitats d'stock molt més grans en el magatzem, amb tot el que comporta. Molts sectors aposten ja per sistemes *JIT* (just in time) o per reduir el producte

emmagatzemat a nivell baixos, reduint així els costos que s'hi deriven. En el nostre cas, tenint en compte que es vol servir els productes en aproximadament una setmana, és impossible de complir sense tenir stock; i si fos possible, amb la quantitat de productes i famílies que tenim, seria clarament improductiu. Tornant al cas en concret, mostrem ara una taula amb els resultats obtinguts de la solució òptima que s'ha trobat, concretament els que afecten al temps de producció i els cicles de fabricació.

Línia de producció	Subfamília	Nº cicles (N)	Període/ Setmanes entre cicles (L)	Torns de producció per cicle (T _P)
Echo	EBA	19	2,74	0,09
Echo	EBI	52	1	0,33
Echo	EBM	8	6,5	0,36
Echo	EBS	52	1	0,56
Echo	ECV	4	13	0,26
Echo	EHI	52	1	0,54
Italconverting	IBA	52	1	0,10
Italconverting	IBI	17	3,06	0,44
Italconverting	IBM	6	8,67	0,35
Italconverting	IBS	52	1	0,95
Italconverting	ICV	6	8,67	0,26
Italconverting	IHI	52	1	0,68
Mantel-Cisatec	MT030	22	2,36	2,48
Mantel-Cisatec	MT050	13	4	1,61
Mantel-Manzoni	MT060	1	52	0,12
Mantel-Manzoni	MT070	1	52	0,17
Mantel-Manzoni	MT080	1	52	0,13
Mantel-Manzoni	MT098	20	2,6	1,93
Mantel-Manzoni	MT110	1	52	0,12
Mantel-Manzoni	MT120	4	13	0,44
Perini	HD0485	7	7,43	0,51
Perini	HD0495	5	10,4	0,49
Perini	HD0685	13	4	1,10
Perini	HD0690	12	4,33	0,75
Perini	HD1285	18	2,89	1,50
Perini	HD1290	14	3,71	0,77
Perini	HD1295	8	6,5	1,20
Perini	HC	1	52	0,99
Toallera Wally	TP10	6	8,67	0,45
Toallera Wally	TP16	4	13	0,22
Toallera Wally	TP20	11	4,73	0,75
Toallera Wally	TP23	22	2,36	0,94
Toallera Wally	TP24	2	26	1,86

Figura 7.1. Taula amb les dades dels cicles de producció obtinguts en la solució per cada subfamília (Font: Pròpia)

A partir del nombre de cicles (N) i tenint en compte 52 setmanes anuals de producció, obtenim cada quantes setmanes s'hauria de realitzar cada cicle de producció (L).

Que aquesta condició es dugui a terme és vital perquè el model que hem establert es desenvolupi correctament a nivell de cobrir la demanda, ja que si realitzem un cicle més tard del que hauria de ser, una part del stock de seguretat (SS) fixat, haurà de ser destinat directament a cobrir la demanda, de forma que el nivell de servei (CSL), que havia determinat aquest SS, serà més baix del fixat, ja que realment aquest stock serà més baix.

Per altre banda, a nivell de les quantitats a produir, com s'ha comentat al apartat 6.4 i es reflexa al gràfic 8.12, es produirà sempre fins a un valor concret, suma de la demanda esperada més el SS; si els cicles no es fabriquen en el moment i periodicitat determinat, les diferències entre els valors que s'han de produït i el lot econòmic (EOQ) que hem determinat, seran més grans, fet que afectaria a nivell de costos i la realitat no s'adequaria a tots els càlculs que s'han realitzat.

Per tant, per realitzar el pla de producció, es posarà com condició bàsica que la periodicitat entre cicles sigui la determinada com a òptima en els resultats obtinguts al apartat 6.4.

Procedim doncs a calcular els períodes en que es realitza cada una de les produccions a partir de les següents equacions:

$$\forall j : FC_{nj} = IC_{nj} + T_{Pj} \quad (\text{Eq. 7.1})$$

On:

- FC_n : és el moment en que es finalitza la producció del cicle n .
- IC_n : és el moment en que s'inicia la producció del cicle n .
- T_P : és el temps de producció del cicle de la subfamília.
- j : és cada una de les subfamílies.
- n : és el número del cicle.

$$\forall j : IC_{nj} = IC_{n-1j} + L_j \quad (\text{Eq. 7.2})$$

On:

- L_j : és el temps entre cicle i cicle.

Tenint en compte:

$$n \in (1, N_j) \quad (\text{Eq. 7.3})$$

On:

- n : és el número del cicle.
- N : és el nombre de cicles anuals de la subfamília j .

Amb aquestes equacions, podem determinar el moment d'inici i fi de la fabricació de cada cicle a partir d'una única variable que és el moment d'inici de cada un dels cicles IC_1 .

Els resultats obtinguts es col·loquen en una taula amb totes les setmanes i les subfamílies, on es pot veure quan es realitza cada cicle, en quin percentatge, entenent que un cicle pot durar més de un període o que es realitzi una part en un cicle i l'altre en l'anterior o posterior; amb un IC_1 inicial, de forma que si es modifica el valor inicial IC_1 les setmanes on es realitzen els cicles es modifiquen però la periodicitat es manté constant.

Apart dels moment d'inici i final de cada un dels cicles, també es important valorar la carga de personal que és necessari en cada període. A continuació es pot veure la equació per aquest càlcul:

$$\forall j, l : \text{Personal} = \sum_{m=1}^6 \sum_{j=1}^x T_{P_j} * N^{\circ} \text{Personal}_j \quad (\text{Eq. 7.4})$$

On:

- T_p : és el temps de producció del cicle de la subfamília.
- $N^{\circ} \text{Personal}$: és el nombre de persones necessàries per línia.
- m : és cada una de les línies de producció.
- j : és cada una de les subfamílies.

D'aquesta manera obtenim el personal necessari en cada un dels períodes. L'objectiu és determinar una solució que determini el personal de cada període amb la màxima estabilitat possible, per tant, que durant cada setmana hi hagi necessitat de màxim semblant nombre de persones.

$$F_{obj} = \text{Min}(\sigma_{\text{Personal}}) \quad (\text{Eq. 7.5})$$

On:

- σ_{Personal} : és la distribució estàndard del nombre de personal necessari de totes les setmanes.

Subjecte a la restricció següent:

$$IC_{1j} \leq \frac{52}{N} \quad (\text{Eq. 7.6})$$

On:

- IC_1 : és el moment en que s'inicia la producció del primer cicle.

Aquesta restricció és necessària perquè es pugui ubicar tots els cicles en les 52 setmanes amb la periodicitat marcada.

A partir de les equacions, s'utilitza el complement d'Excel *Solver* per trobar la solució òptima posant com a variable el període en que s'inicia cada cicle de producció (IC_1) de cada subfamília; marquem com a objectiu minimitzar la distribució estàndard del personal de totes les setmanes (Eq. 9.5) subjecte a la restricció en la setmana d'inici (Eq. 9.6).

Els resultats obtinguts de distribució dels torns són els següents:

σ_{Personal}	1,066
Màxim personal per setmana	16,909
Mínim personal per setmana	12,535

Figura 7.2. Taula amb el valor de distribució i el màxim i mínim de personal en totes les setmanes en la solució obtinguda (Font: Pròpia)

Línia de producció	Subfamília	Nº cicles (N)	Període / Setmana d'inici del primer cicle (IC ₁)
Echo	EBA	19	1,14
Echo	EBI	52	1
Echo	EBM	8	1,52
Echo	EBS	52	1
Echo	ECV	4	13
Echo	EHI	52	1
Italconverting	IBA	52	1
Italconverting	IBI	17	2,21
Italconverting	IBM	6	5,74
Italconverting	IBS	52	1
Italconverting	ICV	6	5,09
Italconverting	IHI	52	1
Mantel-Cisatec	MT030	22	1
Mantel-Cisatec	MT050	13	3,20
Mantel-Manzoni	MT060	1	8
Mantel-Manzoni	MT070	1	52
Mantel-Manzoni	MT080	1	52
Mantel-Manzoni	MT098	20	1
Mantel-Manzoni	MT110	1	40
Mantel-Manzoni	MT120	4	6,36
Perini	HD0485	7	4,27
Perini	HD0495	5	5,81
Perini	HD0685	13	1,50
Perini	HD0690	12	2,86
Perini	HD1285	18	1,27
Perini	HD1290	14	2,39
Perini	HD1295	8	3,51
Perini	HC	1	52
Toallera Wally	TP10	6	5,06
Toallera Wally	TP16	4	13
Toallera Wally	TP20	11	2,44
Toallera Wally	TP23	22	1,19
Toallera Wally	TP24	2	19,44

Figura 7.3. Taula amb les dades del moment d'inici del primer cicle en la solució obtinguda per cada subfamília
(Font: Pròpia)

Com es pot veure el resultat òptim obtingut per *Solver*, tot i complir perfectament totes les equacions i restriccions, no és el resultat idoni que es buscava, ja que com s'havia estipulat el objectiu era que la distribució de personal fos el més estable possible i, tot i que s'ha pogut establir considerablement,

divergeix bastant durant les setmanes, tenint com a valor màxim una setmana amb 17 persones necessàries i un mínim de 13.

En l'Annex D es pot veure la taula del pla de producció detallat.

7.2. Necessitats de personal

En aquest punt analitzarem més detalladament les necessitats que es requereix a nivell de personal la realització del pla definit prèviament.

A continuació es mostra més detalladament les necessitats de personal per setmana:

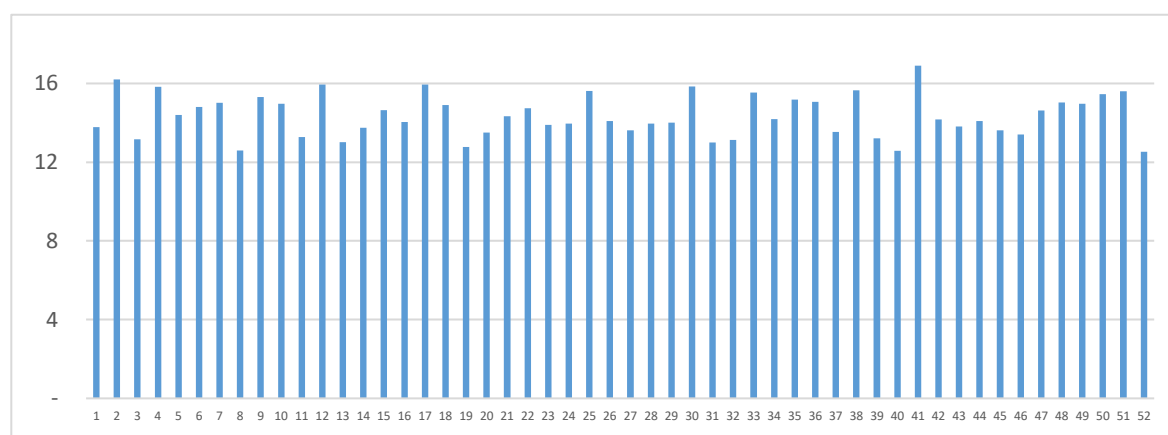


Figura 7.4. Gràfic de les necessitats de personal de cada setmana en la solució obtinguda (Font: Pròpia)

Si analitzem els resultats obtinguts per setmana en hores de treball i tenint en compte que una persona treballa al any 1800 hores al any, d'acord amb els dies festius i vacances, obtenim:

Total hores any necessàries	29.890
Total personal	16,61

Figura 7.5. Taula amb les hores necessàries per realitzar tot el pla anual de producció i el personal que suposaria (Font: Pròpia)

A partir d'aquestes dades, i suposant que es pot distribuir les hores festives i de vacances del personal en funció de les necessitats de la producció, s'obté que és requereixen l'equivalent a 16,61 persones.

Analitzant tots els resultats i tenint en compte que s'ha suposat que no hi ha pèrdua de temps per averies, parades i altres, és coherent estipular les necessitats de personal en 17 persones fixes en jornada completa, que respecte a les 16,61, es únicament un 2,3% més de hores.

8. Necessitats de materials

La gestió de aprovisionament i compres, com s'ha explicat en el apartat 3, és vital per garantir que es pugui realitzar la producció de la forma en que ha estat planificada i organitzada. En les últimes dècades s'ha treballat en la millora i integració dels mètodes de gestió i control dels inventaris de forma integrada, de manera que estigui lligat la producció dels productes amb la quantitat de materials necessaris per realitzar-la.

En l'actualitat existeixen una quantitat enorme de software que coordinen les funcions de compra, fabricació i distribució dels productes amb el volum mínim d'inventari possible i cost mínim, integrant tots els departaments de l'empresa a la planificació, partint de les previsions de vendes i subjecte als inventaris de materials disponibles i els recursos humans, financers, etc.

Aquesta es la idea dels sistemes MRP (*Material Requirements Planning*), que com indica el seu nom planifica les necessitats de materials, i l'evolució d'aquests, els MRP II (*Manufacturing Requirements Planning*) on engloba un ventall més ampli de condicionants i necessitats.

L'objectiu en aquest apartat es crear un pla de materials, basant-se en la idea dels sistemes MRP, que marqui quan i en quines quantitats s'ha de comprar els materials necessaris per a la producció perquè aquesta es desenvolupi de la forma establerta. Per poder crear aquest pla necessitem certa informació:

- 1- Les quantitats de producte que s'ha de fabricar en cada moment. Aquesta informació s'obté del pla mestre de producció que ja tenim desenvolupat en l'apartat 7.
- 2- L'estructura de fabricació, per tant, les llistes de materials on hi ha la informació de les quantitats de materials necessaris per a la fabricació. Aquesta informació s'obté de totes les llistes de materials, explicades en l'apartat 4.3.
- 3- La informació referent al aprovisionament o compres com el temps de subministrament, quantitats mínimes de compra, stock disponible, etc. Aquesta informació es pot veure en l'Annex A on es presenten les diferents matèries primes i les seves característiques.

Primer de tot, a partir del pla de producció que hem creat, determinen les necessitats de materials que tenim per cada setmana. Per fer-ho es determina la quantitat de cada material que es necessari per realitzar un cicle de cada subfamília. En el cas dels tubs, que com es va comentar en altres apartats, son part dels materials necessaris i, al mateix moment, son fabricats a partir de matèries primes; a partir de les dades de consum previst que s'obtenen, determinem les necessitats referents a la seva fabricació.

En aquest primer pas, suposarem que no hi ha desajust en les quantitats necessàries per produir teòriques i les reals, per tant que no es generen pèrdues de producte ni productes no conformes.

Seguidament s'estructura la informació obtinguda dels consums per setmanes, que seran les necessitats brutes.

Determinem els necessitats netes a partir de la següent formula i dades:

$$NN_x = NB_x + SS_x - [EP_x + DS_{x-1}] \quad (\text{Eq. 8.1})$$

$$DS_x = DS_{x-1} + EP_x - NB_x \quad (\text{Eq. 8.2})$$

$$EP_x = SP_{x-T_s} \quad (\text{Eq. 8.3})$$

Subjecte a:

$$EP_x = SP_{x-T_s} \geq Q_{min} \quad (\text{Eq. 8.4})$$

On:

- NN_x : és les necessitats netes de materials del període x.
- NB_x : és les necessitats brutes de materials del període x.
- SS_x : és l'stock de seguretat en el període x
- EP_x : és les entregues programades pel període x.
- DS_x : és la disponibilitat en el període x.
- SP_x : és la sol·licitud programada del període x.
- T_s : és el temps de servei.
- Q_{min} : és el lot de compra mínim.

Determinem que l'stock de seguretat serà igual al 15% del consum previst per aquell període, cobrint així possibles problemes en la producció, matèries primes no conformes, entre d'altres.

$$SS_x = NB_x * 0,15 \quad (\text{Eq. 8.5})$$

Apart de la informació dels consums previstos, necessitem per estructurar correctament el sistema, el temps de servei de cada una de les matèries primes i les quantitats mínimes. Com s'ha comentat, aquesta informació es pot veure a l'Annex A.

L'stock inicial de cada matèria prima serà igual al producte del temps de servei i el valor màxim del consum previst de totes les setmanes de l'any.

A continuació es mostra un exemple del procediment i l'estructura:

		Inici	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
CTU0001	NB	-	974	2.093	1.823	2.710	1.725	2.394	1.788	2.081	1.791	2.819	1.708	2.800	2.560	2.098
	DS	12.597	11.623	9.530	7.707	4.997	3.273	878	13.091	11.010	9.219	6.400	4.692	1.893	13.332	11.234
	NN	-	-	-	-	-	-	-	1.177	-	-	-	-	-	1.052	-
	EP	-	-	-	-	-	-	-	14.000	-	-	-	-	-	14.000	-
	SP	-	-	-	14.000	-	-	-	-	-	14.000	-	-	-	-	-

Figura 8.1. Imatge d'un exemple del model aplicat i la seva estructura (Font: Pròpia)

Les taules amb varis dels resultats en detall es poden trobar a l'Annex B. No s'han mostrat tots degut a la gran quantitat de pàgines que suposaria.

Per valorar els resultats obtinguts i les condicions de compra a que estan subjectes les matèries primes, posarem en contrast els valors de necessitats brutes (NB) i els valors de disponibilitat a final de període (DS) de les diferents categories junt amb el nombre de compres que està previst que es realitzin durant l'any.

Per fer les valoracions, no es tindrà es compte el punt inicial ja que com s'ha comentat a sigut determinat de forma que s'assegura que no tindrem un stock negatiu de cap matèria i dona resultats molt diferents als de la resta de punts.

Cartró cuir

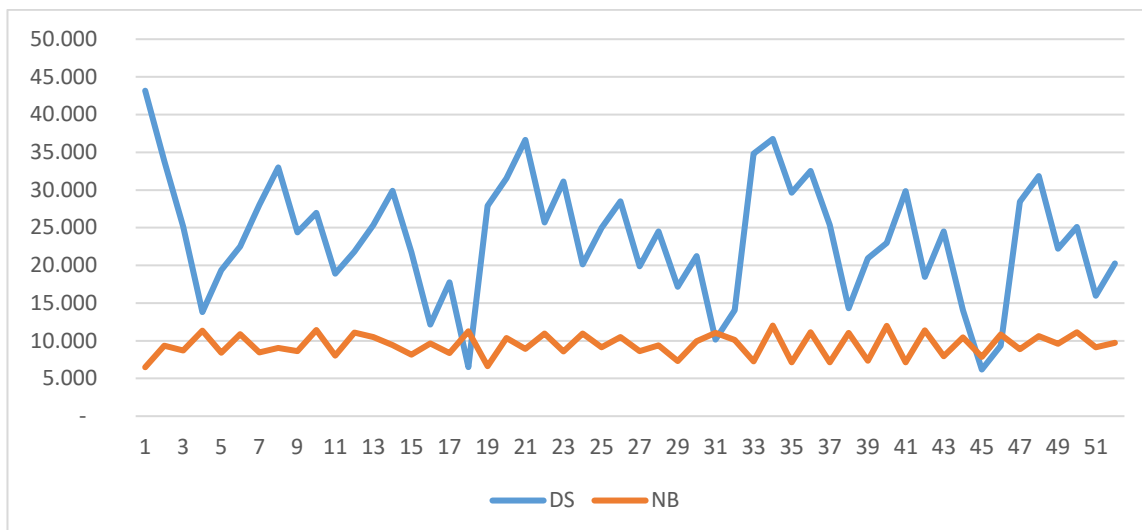


Figura 8.2. Gràfic referent a les dades de disponibilitat (DS) i necessitats brutes (NB) del cartró cuir (Font: Pròpia)

Poden observar al primer gràfic com les necessitats son bastant constants al voltant de les 10TN mentre que els valors de disponibilitat fluctuen amb valors que arriben les 35TN, sense tenir en compte el punt del stock inicial. Aquests resultats son deguts a la gran quantitat que representa el lot mínim de compra (14 TN) en cada una de les tres referencies.

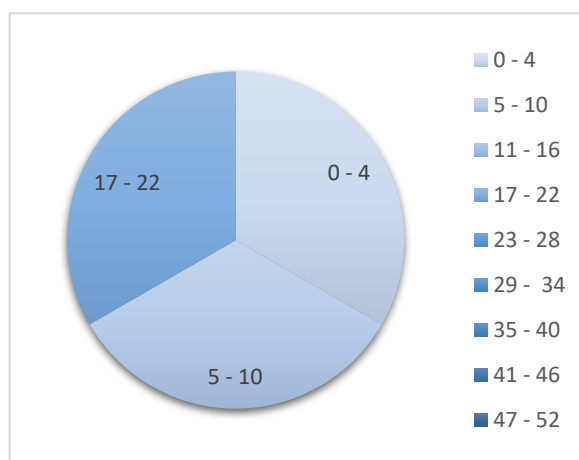


Figura 8.3. Gràfic referent al nombre de compres anuals del cartró cuir (Font: Pròpia)

En el gràfic de compres podem observar que hi ha una clara diferencia de consum entre les referencies, i mentre que una d'elles té entre 17 i 22 compres (concretament son 22), la de menys consum únicament se'n realitzen entre 0 i 4 (concretament 4).

Coles



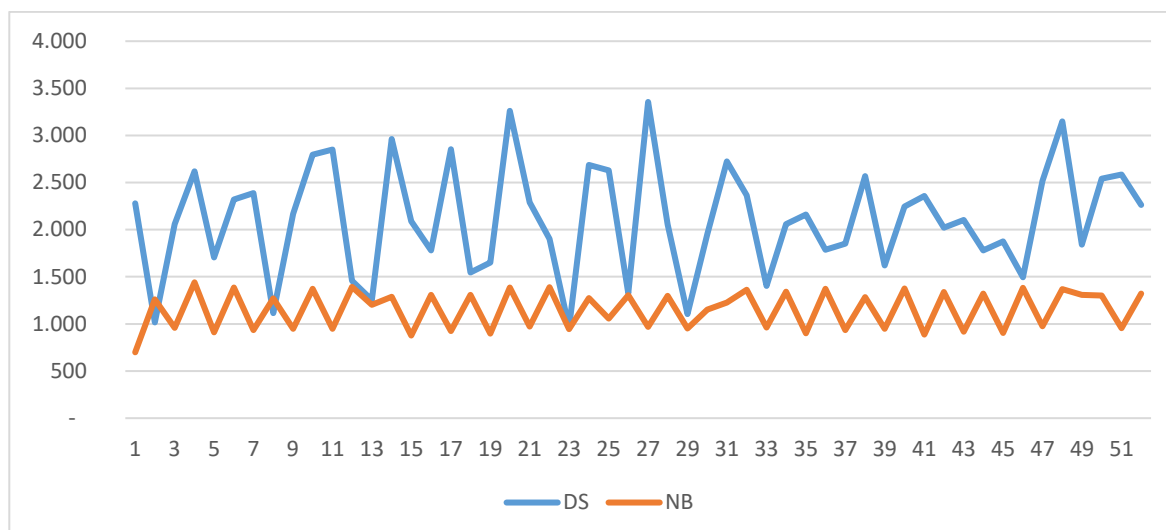


Figura 8.4. Gràfic referent a les dades de disponibilitat (DS) i necessitats brutes (NB) de les coles (Font: Pròpia)

Podem veure en el cas de les coles, que les necessitats varien entre els 1000 i 1500 kg de consum en cada setmana, segurament degut a una de les quatre coles que només s'utilitza en certs productes.

També podem observar que les diferències amb l'stock disponible són considerables i presenten pics deguts a les compres, que tenen un mínim de un dipòsit (1000kg).

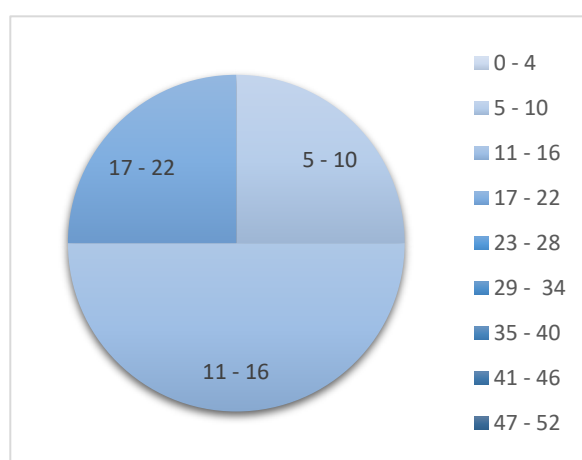


Figura 8.5. Gràfic referent al nombre de compres anuals de les coles (Font: Pròpia)

Veient el gràfic de compres, podem afirmar el que ens suposaven, que la quantitat de compres anuals no és massa alta. El problema d'aquesta matèria prima es que al servir-se en dipòsits, i per tant, és complicat aconseguir que el lot de compra sigui més petit.

Etiquetes

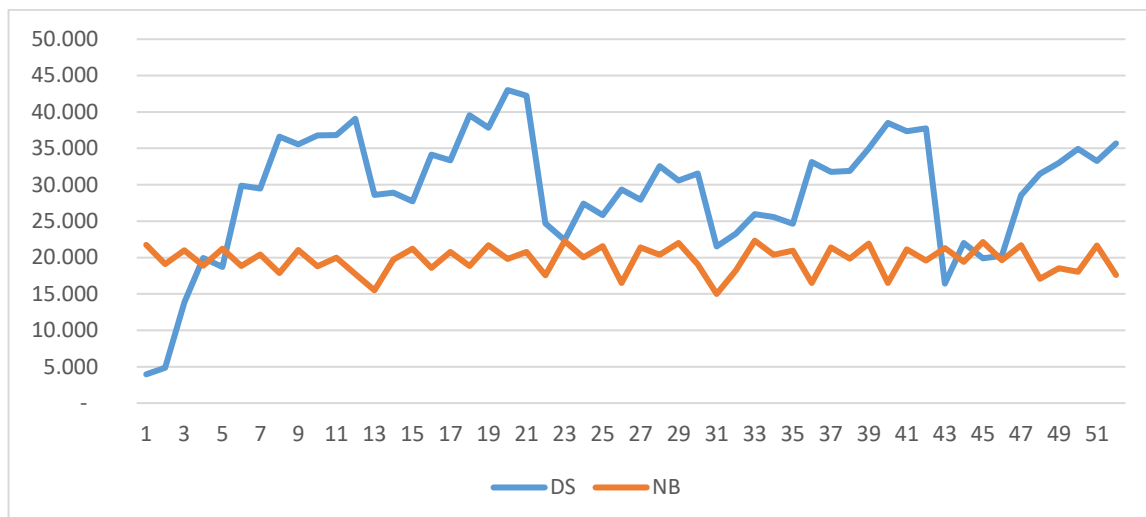


Figura 8.6. Gràfic referent a les dades de disponibilitat (DS) i necessitats brutes (NB) de les etiquetes (Font: Pròpia)

En les etiquetes podem veure un consum bastant estable tot i que observant la línia de disponibilitat mostra uns canvis peculiars que probablement son deguts a que les varies referencies que hi ha, s'utilitzen únicament per un tipus de producte cada una i per tant es consumeixen de forma independent.

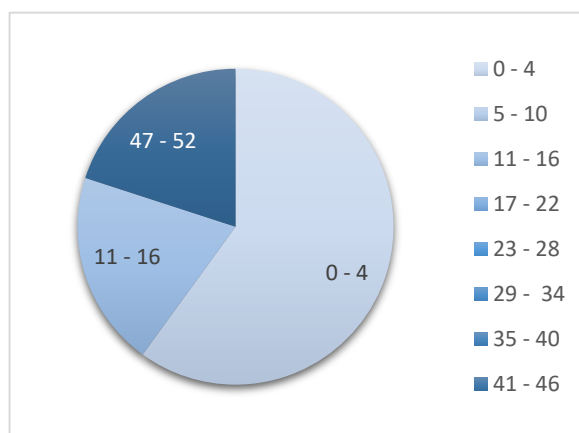


Figura 8.7. Gràfic referent al nombre de compres anuals de les etiquetes(Font: Pròpia)

Veient el gràfic de compres, s'entén més els valors de disponibilitat que sortien. Podem veure com una de les cinc referencies, té compres pràcticament cada setmana i tot i que el lot mínim es de 20000 unitats, hi ha setmanes que l'excedeix. En canvi en les altres el consum es considerablement baix i, tot i que el lot mínim també ho és, acaben suposant molt poques compres durant l'any. Tot i així, en aquest cas, el volum que ocupen es tan insignificant, que l'efecte que té és nul.

Tubs



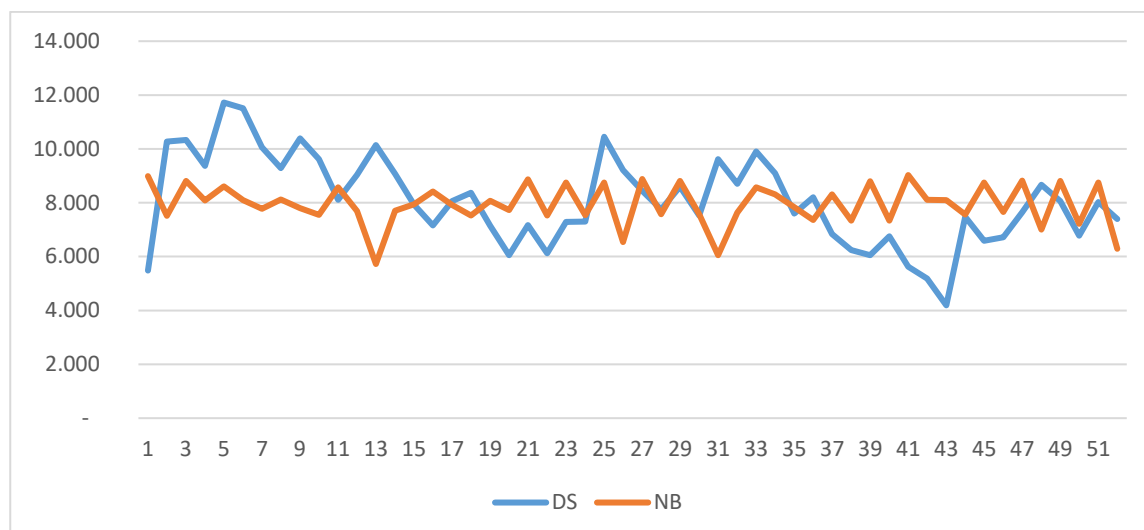


Figura 8.8. Gràfic referent a les dades de disponibilitat (DS) i necessitats brutes (NB) dels tubs (Font: Pròpia)

Amb el tubs es pot veure el nivell de necessitats està bastant equilibrat amb els valors de disponibilitat, comparat amb la resta de matèries primes. Això es segurament degut a que hi ha referències d'aquests que són fabricats a la mateixa planta i per tant el lot mínim es pot ajustar més a les necessitats reals, a més a més, varis presenten un consum molt elevat i en certs períodes, la fabricació és just la necessària ja que es major que el lot mínim.

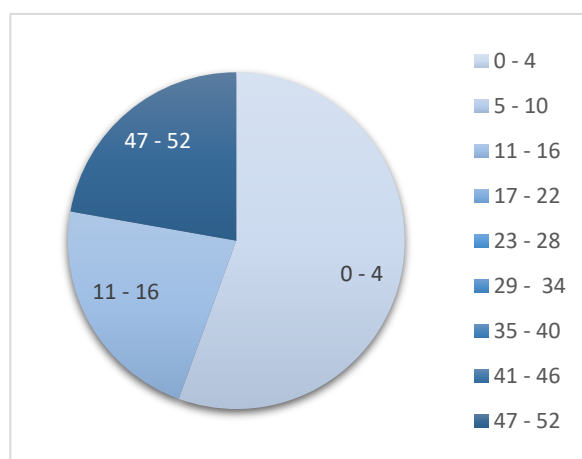


Figura 8.9. Gràfic referent al nombre de compres o fabricacions anuals dels tubs (Font: Pròpia)

Veient les compres, es pot veure clarament com hi ha un parell de referències que requereixen d'un reaprovisionament constant, mentre que d'altres tenen un consum molt baix, sobretot les referències que son comprades externament.

Palets

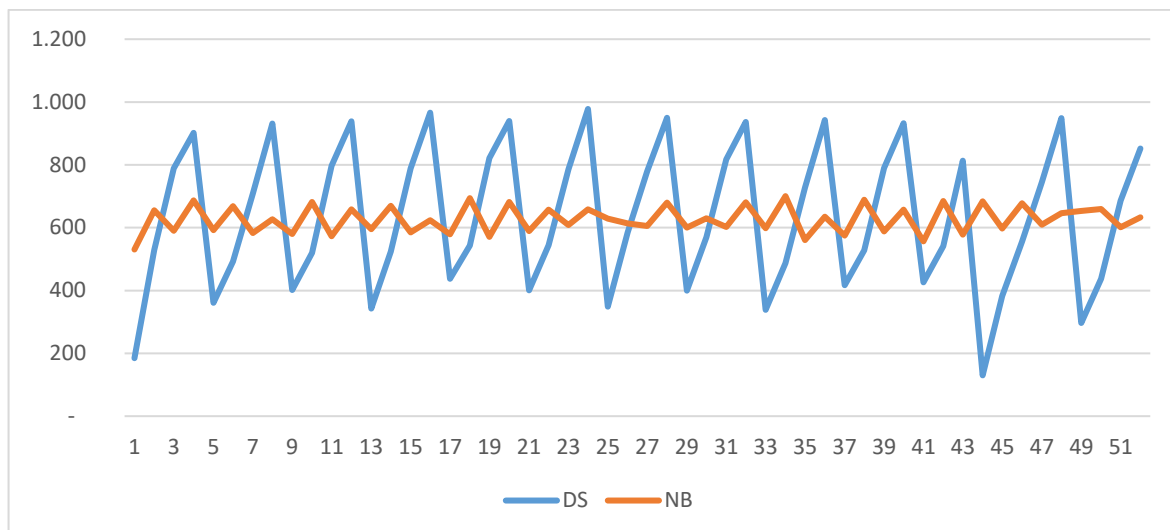


Figura 8.10. Gràfic referent a les dades de disponibilitat (DS) i necessitats brutes (NB) dels palets (Font: Pròpia)

En el cas dels palets es veu una gran presència de pics, tan en els punts màxims com en els mínims, de forma en que es pot veure que el consum respecte a les compres és bastant equilibrat, ja que els punts màxims són com a màxim un 30-35% del consum mitja setmanal.

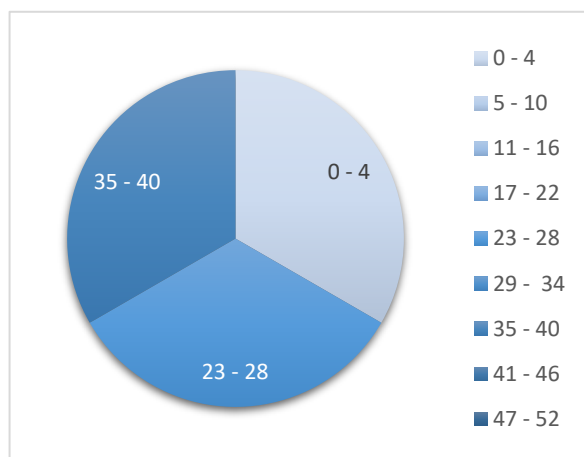


Figura 8.11. Gràfic referent al nombre de compres dels palets (Font: Pròpia)

Es pot veure en el cas de les compres, com es confirma el que s'havia vist al gràfic anterior, i es que dos de les tres referències són sol·licitades bastants setmanes durant l'any, el que significa que els lots mínims de compra estan bastant equilibrats amb el consum setmanal.

Plàstics impresos (làmines)

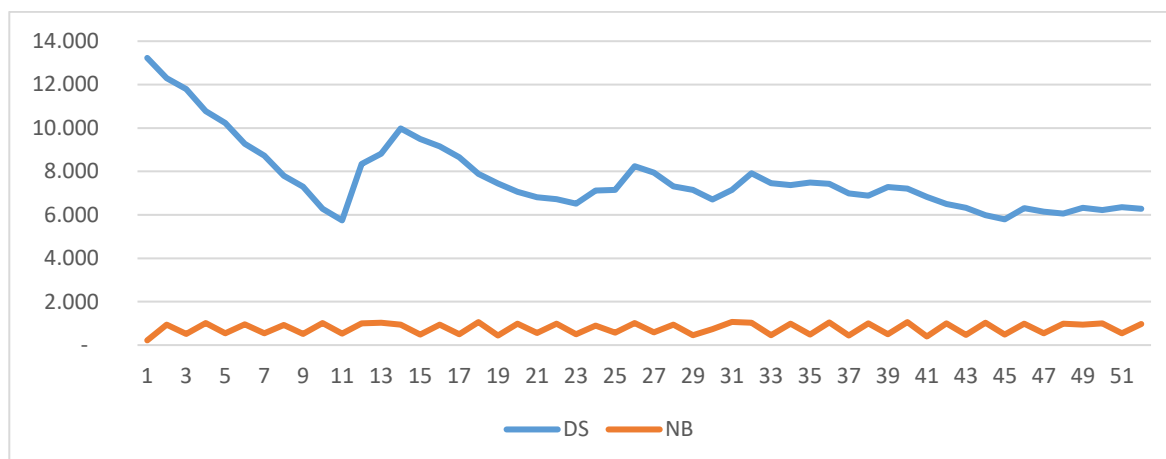


Figura 8.12. Gràfic referent a les dades de disponibilitat (DS) i necessitats brutes (NB) de les làmines (Font: Pròpia)

En el cas del plàstics impresos o làmines dels HD, es pot observar que hi ha una gran separació entre els valors totals de disponibilitat i els consums, que son bastant estables entre els 500 i 1000kg per setmana. Tenint present que els lots de compra de cada una de les làmines és de 300kg, que comparat amb el consum setmanal no sembla un lot mínim gaire elevat, es pot intuir que el problema resideix en que hi ha un total de 36 referencies i n'hi ha en que el consum és molt baix.

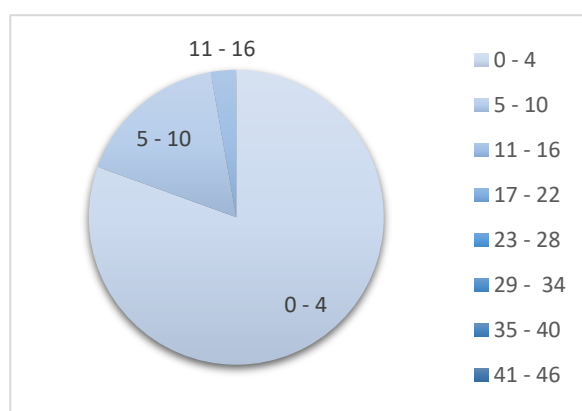


Figura 8.13. Gràfic referent al nombre de compres de les làmines (Font: Pròpia)

Si s'observa el gràfic de compres, es pot veure com més del 80% de les referencies es compren menys de 5 vegades durant l'any, és més, n'hi ha 19 que únicament es compren un cop l'any pel consum que tenen. En el cas de les làmines, s'hauria de buscar una solució que permetés reduir el lot mínim en les referencies amb un consum més baix per evitar la gran quantitat d'stock immobilitzat, apart del risc que podria suposar, que el consum d'aquestes referencies, encara disminuís més degut a una davallada de la demanda.

Tintes

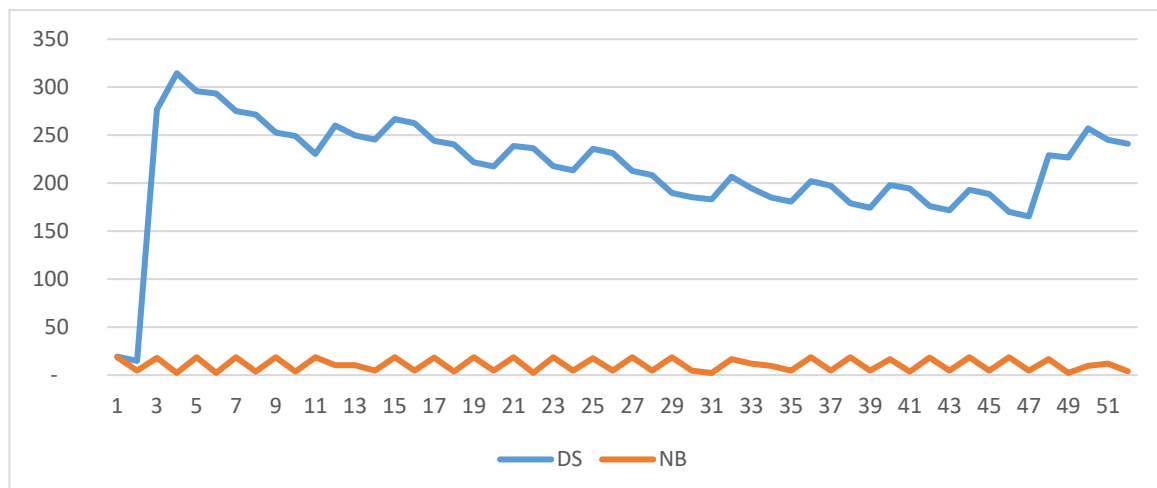


Figura 8.14. Gràfic referent a les dades de disponibilitat (DS) i necessitats brutes (NB) de les tintes (Font: Pròpia)

En el cas de les tintes també es pot observar una gran diferència entre les necessitats i la disponibilitat de producte. Inicialment sembla ser que es realitzen varies compres que fan que l'stock disponible augmenti de cop i a partir d'aquí, es va reduint amb alguna pujada deguda a alguna compra puntual. El fet que fa que aquesta situació en les tintes no sigui tan problemàtica com en les làmines, és que ocupen molt menys espai, ja que en un palet hi caben 100kg de tinta.

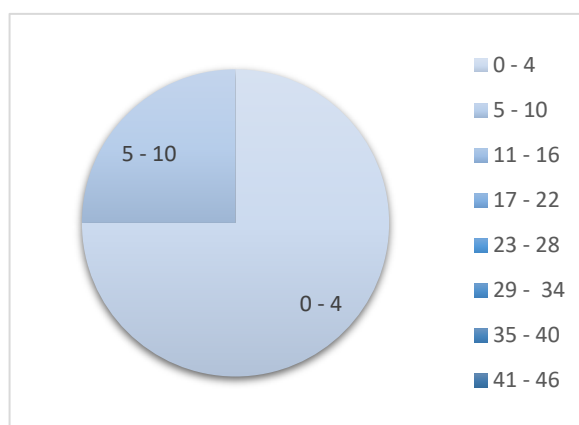


Figura 8.15. Gràfic referent al nombre de compres de les tintes (Font: Pròpia)

Veient el gràfic de compres, sembla evident que la grans diferències vistes anteriorment són degudes a que hi ha varies de les referències amb un consum molt baix de forma que si es compara amb el lot mínim, hi ha una diferència considerable. Es podria intentar reduir el lot de compra de les tintes de menys consum, més a nivell de estalvi financer que no per una problemàtica en la quantitat de producte.

Caixes

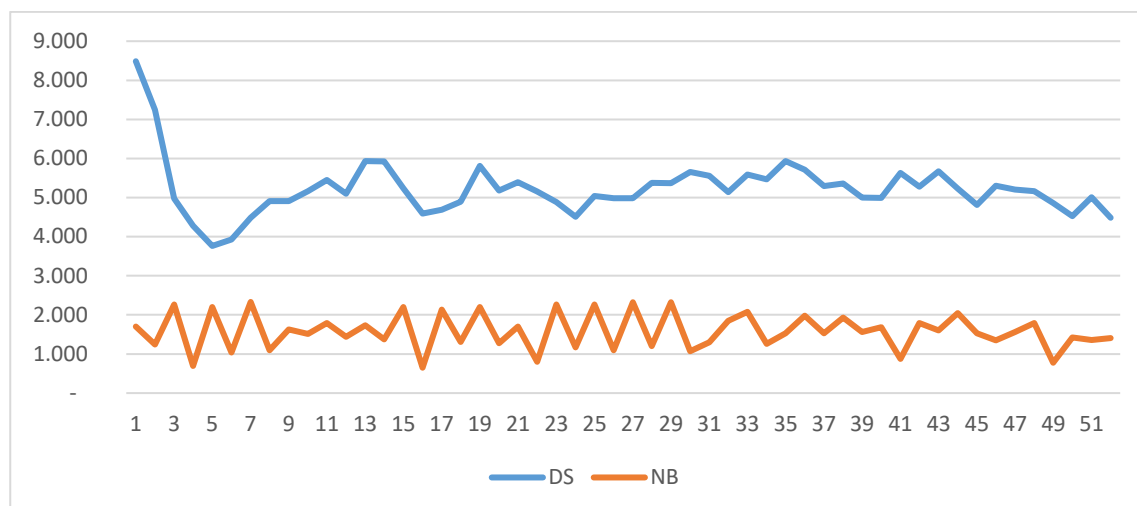


Figura 8.16. Gràfic referent a les dades de disponibilitat (DS) i necessitats brutes (NB) de les caixes (Font: Pròpia)

Es pot observar com en el cas de les caixes, les necessitats brutes no són massa estables, es evident aquesta situació ja que es disposa de múltiples referències de caixes per diferents tipus de productes variats. Les diferències entre les necessitats i les disponibilitats són destacables, es pot veure que els valors de disponibilitat no són gens lineals, fet que indica que hi ha referències que presenten un consum prou elevat com perquè es realitzin varies compres durant l'any.

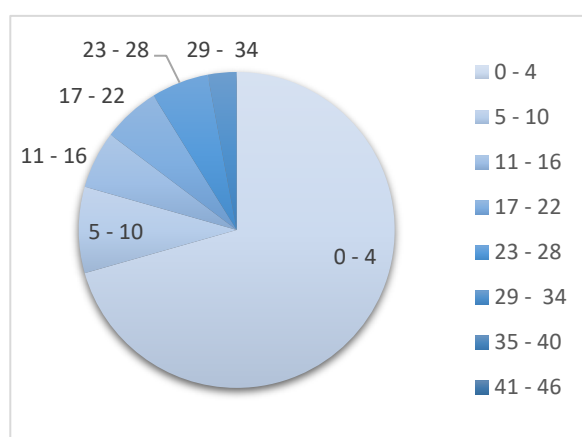


Figura 8.17. Gràfic referent al nombre de compres de les caixes (Font: Pròpia)

Amb el gràfic de compres, es pot confirmar el que més o menys es podia intuir, hi ha un 70% aproximadament de referències amb un consum molt baix en comparació amb els lots de compra, tot i que no es tan crítica la situació com en el cas de les làmines; i per altre banda n'hi ha varies que si que tenen un consum bastant elevat que es pot apreciar amb les compres que es realitzen durant l'any.

Plàstics d'embalatge

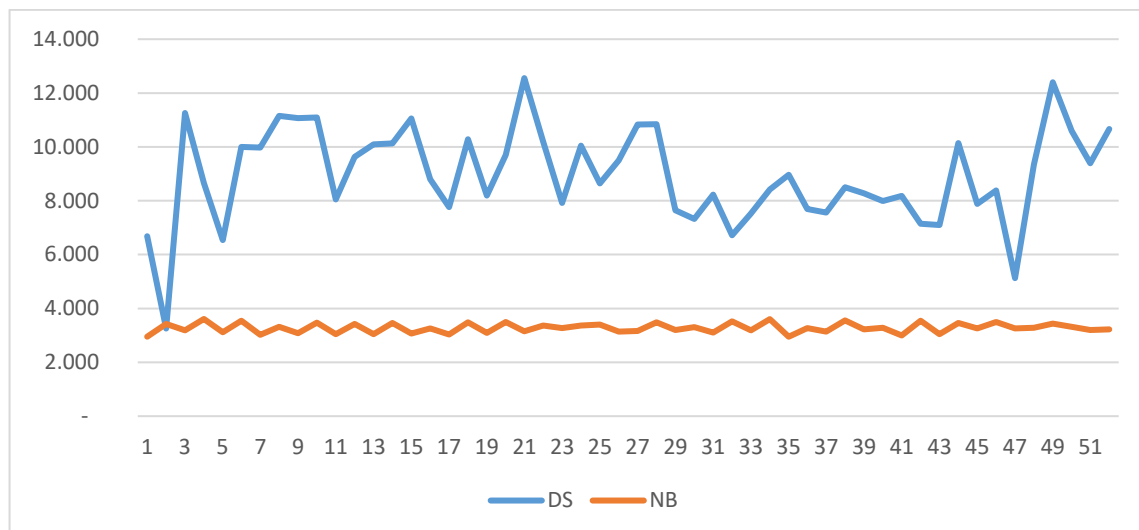


Figura 8.18. Gràfic referent a les dades de disponibilitat (DS) i necessitats brutes (NB) dels plàstics d'embalatge (Font: Pròpia)

En els plàstics d'embalatge veiem un consum molt estable i regular, sobretot per la quantitat de referències que en formen part, fet que fa pensar que pràcticament tots s'utilitzen de forma regular. Si observem la disponibilitat, veiem un gràfic molt accidentat, amb augments i disminucions molt constants que sembla conseqüència d'un consum elevat junt amb compres de quantitats significatives.

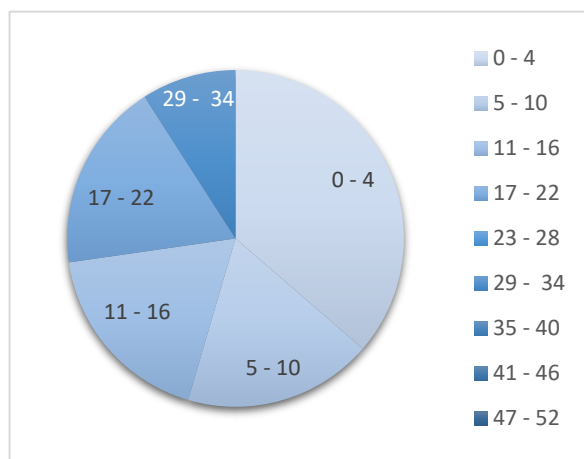


Figura 8.19. Gràfic referent al nombre de compres dels plàstics d'embalatge (Font: Pròpia)

Respecte les compres, la situació és variada, hi ha tan referències en el que les compres són bastant baixes com una quantitat remarcable amb compres més constants; cal comentar que dins aquest grup hi ha referències molt variades, els lots de compra són bastant diferents comparat amb la resta de grups, fet que fa que sigui necessari analitzar cada cas de forma particular.

Paper



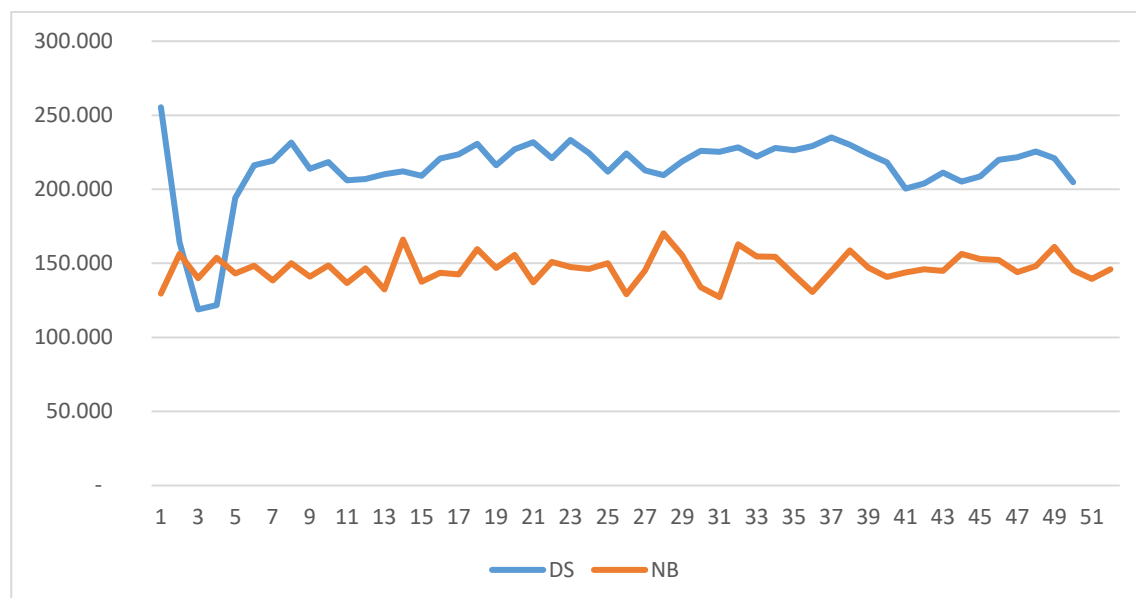


Figura 8.20. Gràfic referent a les dades de disponibilitat (DS) i necessitats brutes (NB) del paper (Font: Pròpia)

Per últim, analitzem el consum referent al paper. Per la gran quantitat de referències que hi ha, 66 en concret, les necessitats conjuntes es mantenen bastant constants, amb divergències màximes del 15% respecte la mitjana. Per altre banda, la disponibilitat té uns valors grans en valor absolut, una mitjana de més de 200TN, amb un comportament bastant estable. Per no entrar en suposicions abans d'hora, passem observem el gràfic de compres per valorar més detalladament la situació.

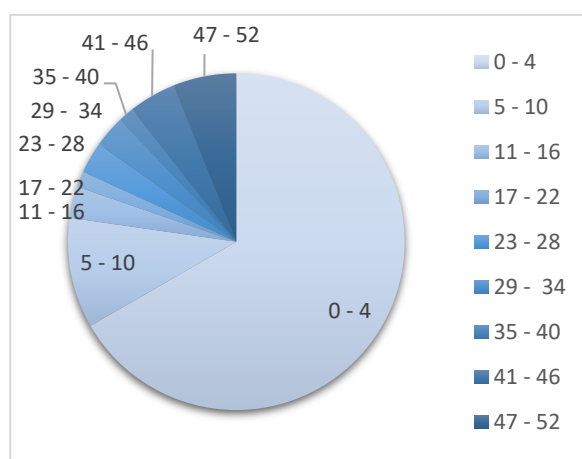


Figura 8.21. Gràfic referent al nombre de compres dels paper (Font: Pròpia)

Aquí es pot veure com hi ha un ventall enorme de situacions. El fet de que el paper es compri entre les empreses del grup en la major part de les referències, fa que els lots de compra mínim siguin molt

ajustats, en algunes referències de més consum, el valor de les compres que finalment es realitzen és molt més elevat que el lot de compra mínim. Per altre banda, es pot observar que més d'un 60% de les referències tenen un consum molt baix, que en el gràfic de necessitats i disponibilitat no s'ha pogut apreciar com en altres matèries primes degut segurament pel elevat consum i quantitat de paper que hi ha conjuntament amb totes les referències. Algunes de les referències amb menys consum són degudes a que molts pocs productes es fabriquen amb aquests i, a l'hora, aquests productes no tenen gaire rotació.

9. Necessitats d'espai

En aquest apartat s'estudiarà quins són els requeriments que tenim a nivell d'espai, tenint en compte els resultats obtinguts tan a nivell de producte manipulat, que ja ha sigut marcat un màxim en el moment de determinar la política d'inventari en l'apartat 6.4; i els resultats referents a les diverses a l'ocupació de les diverses matèries primes a partir dels resultats obtinguts en l'apartat 8 i les característiques de cada una de les matèries primes.

Per la metodologia de treball que s'ha seguit, les necessitats d'espai han estat bastant condicionades al model productiu, determinat per l'optimització dels costos i el servei al client. A partir d'aquí, s'ha especificat que es necessitava per portar-ho a terme, determinant així que calia comprar i en quin moment. Això ha fet que la determinació del espai necessari, no sigui una variable dins el model, sinó que és més un resultat de tot el procés.

Aquest fet no vol dir que sigui menys important, el cost degut a l'ocupació dels magatzem és un factor que cal tenir en compte. Ha sigut rellevant i decisiu per determinar el lot econòmic (EOQ), on sí que s'ha remarcat la importància de tenir aquest factor en consideració, i tot i que aquest apartat es centra més en determinar si és viable, en tots els punts i en el apartat 8 a partir del model que s'ha utilitzat, s'ha buscat la minimització del espai necessari.

9.1. Producte manipulat

Analitzem primer de tot els resultats que es van obtenir respecte al producte manipulat en l'apartat 5.4, a partir de l'estudi que s'havia fet prèviament en l'apartat 5.1.1 on s'havia analitzat i dimensionat el magatzem destinat a aquest producte, de manera que s'havia determinat el espai total disponible i el espai total útil.

En les restriccions per obtenir la solució de la gestió d'inventari del apartat 6.4, es va aplicar que el valor màxim del stock mitjà, determinat a partir de la següent fórmula, no podia superar l'espai útil.

$$\forall \text{Productes sense caixa} : \sum_{i=0}^n \frac{Q_i + SS_i}{Ud \text{ palet}_i} < 2250 \quad (\text{Eq. 9.1})$$

$$\forall \text{Productes amb caixa} : \sum_{i=0}^n \frac{Q_i + SS_i}{Ud \text{ palet}_i} < 503 \quad (\text{Eq. 9.2})$$

On:

- Q : és el lot de fabricació o compra.
- SS : és el stock de seguretat.
- Ud palet : és la quantitat de producte que va en un palet.
- i : és cada un dels productes.

Per determinar ara si es podria donar una situació problemàtica en un cas hipotètic en que el stock augmentés a nivells més grans dels esperats, calculem el stock màxim que podríem arribar a tenir a partir de la següent equació.

$$\text{Espai màxim necessari (palets)} = \sum_{i=0}^n \frac{Q_i + SS_i}{Ud \text{ palet}_i} \quad (\text{Eq. 9.3})$$

S'obté el següent resultat, presentat juntament amb l'espai total, l'espai total útil i el espai necessari amb stock mitjà.

	Producte sense caixa		Producte amb caixa	
	Nº palets	% Ocupació	Nº palets	% Ocupació
Espai total	3000	100%	670	100%
Espai total útil	2250	75%	503	75%
Espai necessari mitjà	2006	67%	499	74%
Espai necessari màxim	2695	90%	615	92%

Figura 9.1. Taula amb els valors d'espai d'emmagatzematge i les necessitats d'espai mitjanes i màximes (Font: Pròpia)

Es pot veure com l'espai màxim que es podria arribar a necessitar excedeix, com era lògic, al espai que es va determinar com a útil, però no arriba a superar el espai físic que es disposa. Es positiu entenent que és pràcticament impossible que es doni aquesta situació, ja que significaria que no s'ha venut producte en setmanes. Aquest resultat fa evident que hi ha un marge bastant correcte entre l'ocupació esperada mitjana i el espai que disposem que servirà perquè les tasques en el magatzem (preparació de comandes, col·locació dels productes comprats, manteniment del ordre, revisions d'inventari, etc.) es puguin desenvolupar d'una forma correcta. A més a més, cal tenir en compte que es poden donar situacions que facin augmentar els nivells de producte de forma inesperada, devolucions de productes o pèrdua de vendes d'alguna referencia.

9.2. Matèries primes

En el cas de les matèries primes, en el apartat 8 s'ha determinat les necessitats de materials necessàries per portar a terme el model presentat. A partir de les dades obtingudes de la quantitat de cada una

d'elles en cada període del any, podem determinar el espai que seria necessari per disposar dels valors que s'han determinat.

Per estipular quin és el espai necessari per a cada material, s'ha de determinar el màxim espai que serà requerit en totes les setmanes. Per determinar aquest valor s'utilitza els resultats obtinguts en l'apartat 8, tenint en compte que la quantitat màxima que es pot tenir de cada matèria prima en cada període és la suma del valor de necessitats brutes, la quantitat que es consumirà en aquella setmana, més la disponibilitat, que el valor que presenta no inclou el consum d'aquell període; i aquest resultat s'expressarà inicialment en palets a partir de la quantitat de producte que es diposita en un palet. Aquestes dades es poden trobar al annex X. Per tant:

$$\forall \text{Setmanes} : \text{Palets màxims} = \text{Max} \left(\sum_{i=0}^n \frac{DS_i + NB_i}{Ud \text{ palet}_i} \right) \quad (\text{Eq. 9.4})$$

On:

- NB : és les necessitats brutes de producte.
- DS : és la disponibilitat de producte.
- Ud palet : és la quantitat de producte que va en un palet.
- i : és cada una de les matèries primes.

Per altre banda, amb cada material hi ha la possibilitat de col·locar varis palets de producte un sobre l'altre, de forma que l'espai necessari en m² serà menor a la quantitat de palets. Aquestes dades per a cada una de les matèries primes, es pot trobar a l'Annex A.

Obtenim doncs la següents formula per determinar el espai necessari:

$$\forall \text{Setmanes} : \text{Espai màxim (m}^2\text{)} = \text{Max} \left(\sum_{i=0}^n \frac{\text{Palets màxims}_i}{\text{Palet/m}^2} \right) \quad (\text{Eq. 9.5})$$

On:

- Palet/m² : és la quantitat de palets que es pot ubicar per m².

De la mateixa manera en que s'ha fet en tots els apartats en que s'ha parlat de l'espai que ocupa certa quantitat de producte, els valors resultants obtinguts s'han arrodonit a l'alça, entenent que cada producte ocuparà un nombre de palets i m² concret i exacte, ni que suposi una part molt petita del espai disponible, amb la idea que no es barregen els productes ni en un mateix palet o ni en el mateix espai. Degut al pràcticament nul espai que ocupen la categoria d'etiquetes, no es valorarà.

Per valorar els resultats referents a l'espai màxim necessari, es mostrarà primer uns gràfics del espai que ocupa cada categoria de les matèries primes i posteriorment es valoraran.

Els valors que hi ha prèviament a la primera setmana en que es podria rebre una compra, determinada pel temps de servei (T_s), no seran contemplats per determinar el màxim, ja que el valor inicial ha sigut fixat i podria distorsionar els resultats.

Cartró cuir

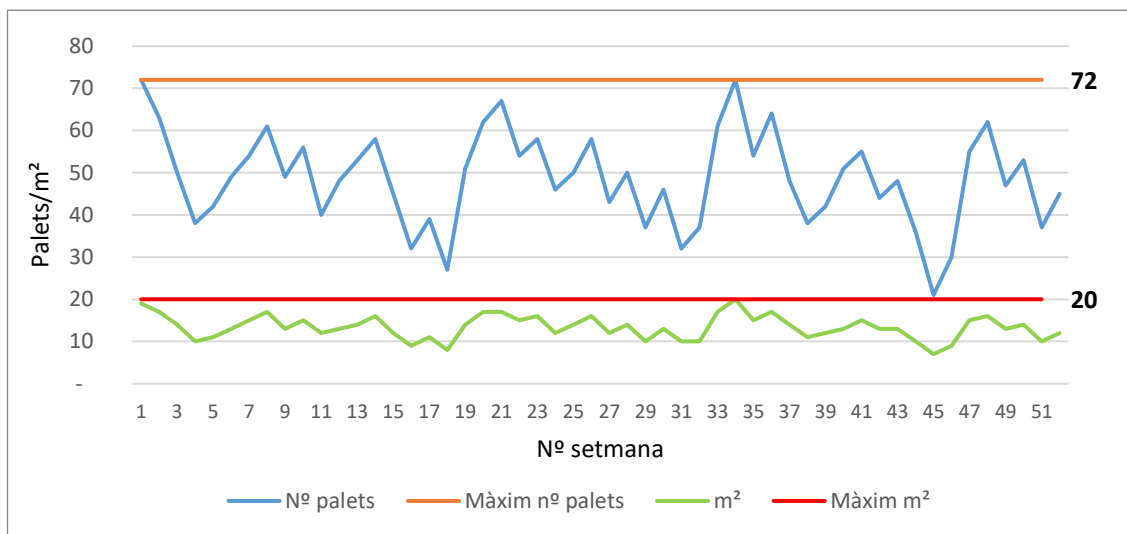


Figura 9.2. Gràfic del nombre de palets i m² màxim en cada període i global del cartró cuir (Font: Pròpia)

Es pot veure com els requeriments d'espai per la categoria del cartró cuir, que requereix una gran quantitat de producte, és redueix a casi el 25% si s'avalua en m² ja que les tres referències es poden emmagatzemar en pisos de 4, fent que al final el punt màxim per la categoria sigui de 20 m².

Coles

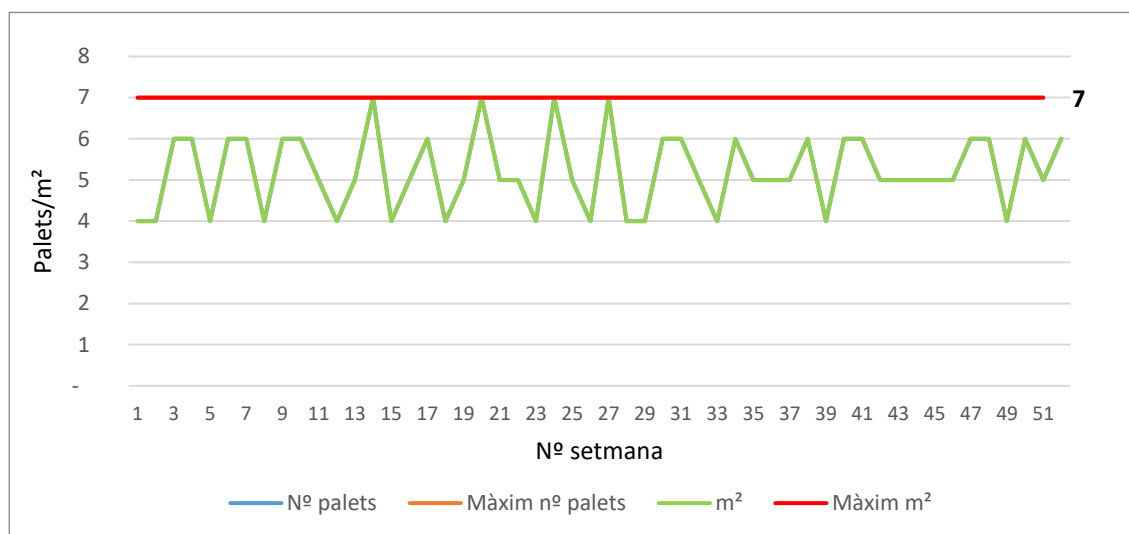


Figura 9.3. Gràfic del nombre de palets i m² màxim en cada període i global de les coles (Font: Pròpia)

En el cas de les coles, al emmagatzemar-se en dipòsits de 1000L, els m² i palets que ocupa són el mateix valor, assolint un màxim en 7 m² en les setmanes en que es rep la compra en que es finalitza l'anterior.

Tubs

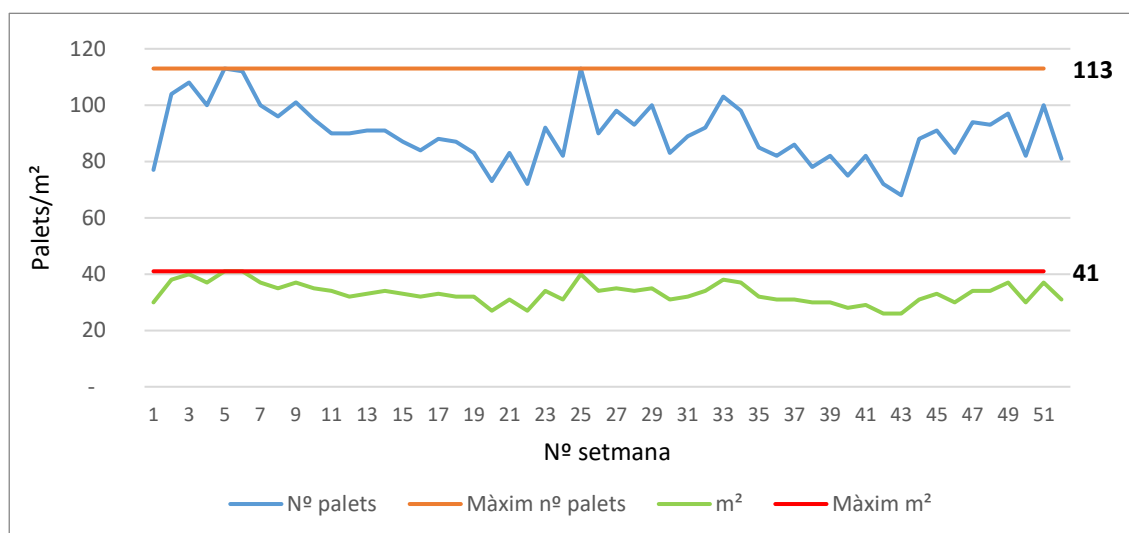


Figura 9.4. Gràfic del nombre de palets i m² màxim en cada període i global dels tubs (Font: Pròpia)

Els tubs també presenten una gran reducció en l'espai que ocupen respecte els palets ja que es poden acumular fins a tres alçades, assolint el seu màxim d'ocupació conjunt en els 41 m².

Palets

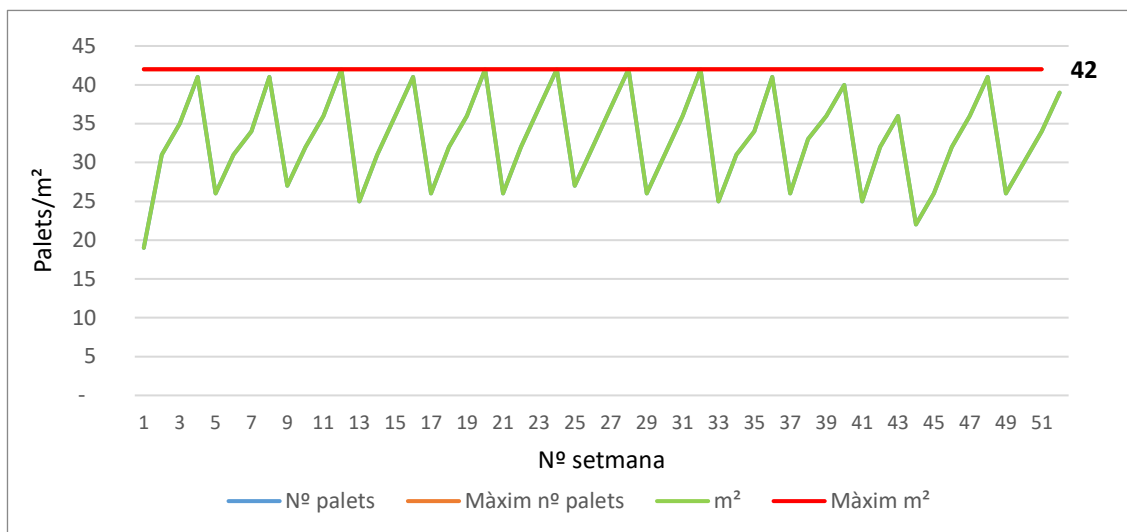


Figura 9.5. Gràfic del nombre de palets i m² màxim en cada període i global dels palets (Font: Pròpia)

Es pot veure com els palets presenten els mateixos requeriments de palets i m², això es degut a que ja inicialment s'ha marcat que en un palet, es poden col·locar fins a 40 palets i aquests ja no poden acumular-se un sobre l'altre. L'ocupació màxima conjunta de la categoria d'espai és de 42 m²

Plàstics impresos (làmines)

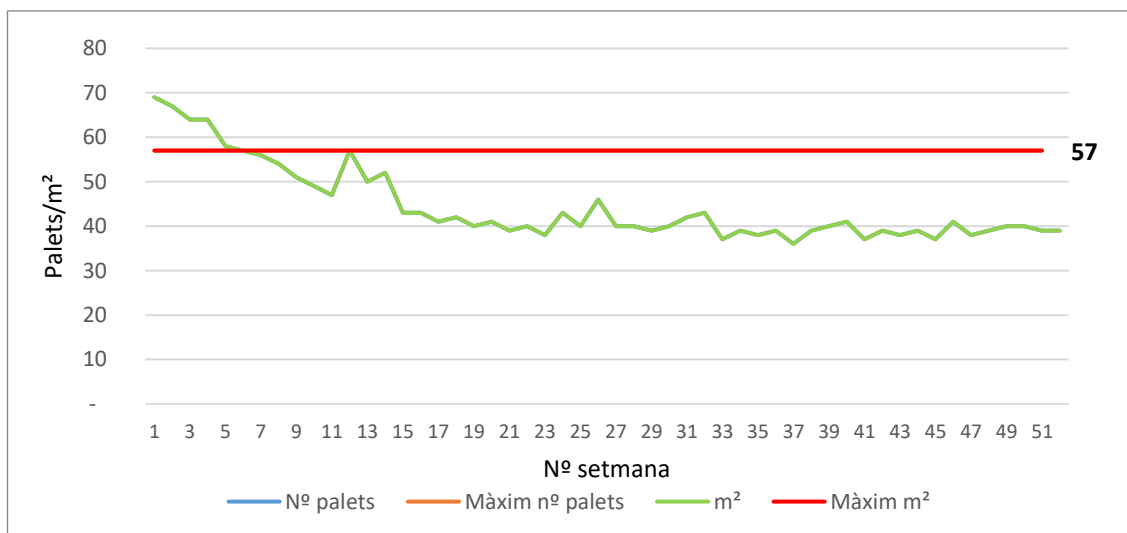


Figura 9.6. Gràfic del nombre de palets i m² màxim en cada període i global dels palets (Font: Pròpia)

En les làmines també es produeix la situació en que no poden ser acumulades una sobre l'altre a risc que es malmetin. Això sumat a la gran quantitat de referències, fa que el límit màxim sigui de 57 m².

Tintes

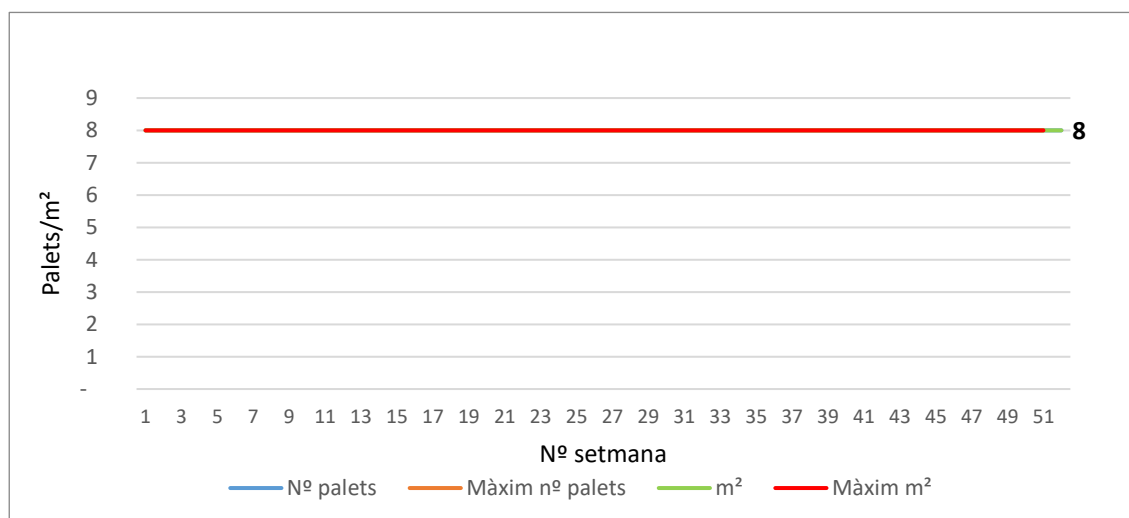


Figura 9.7. Gràfic del nombre de palets i m² màxim en cada període i global de les tintes (Font: Pròpia)

Les tintes tampoc poden emmagatzemar-se un sobre l'altre, afortunadament, el baix consum fa que els requeriments d'espai sigui poc, amb un màxim estable conjunt de 8 m².

Caixes

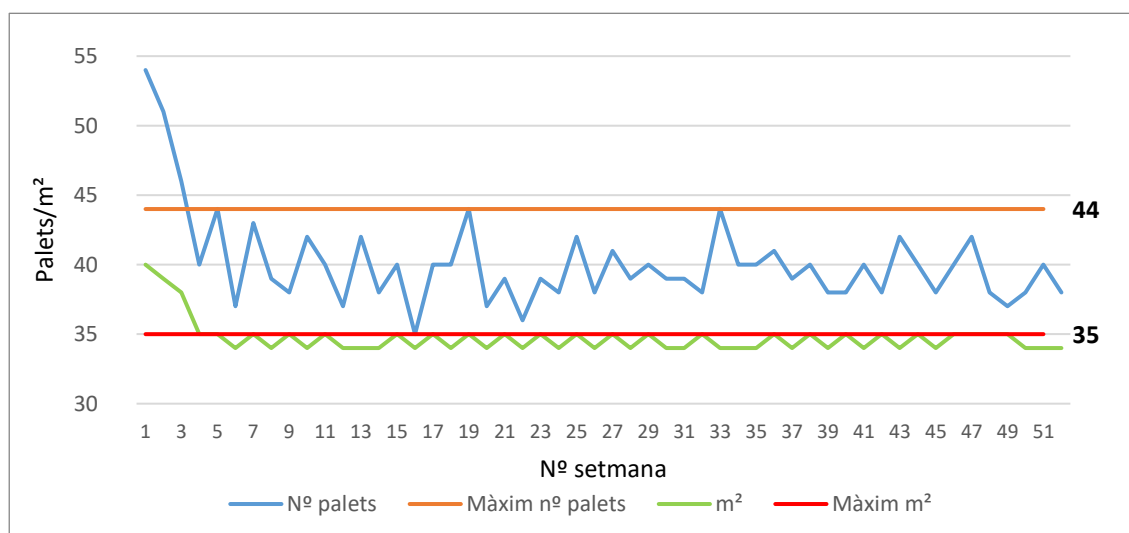
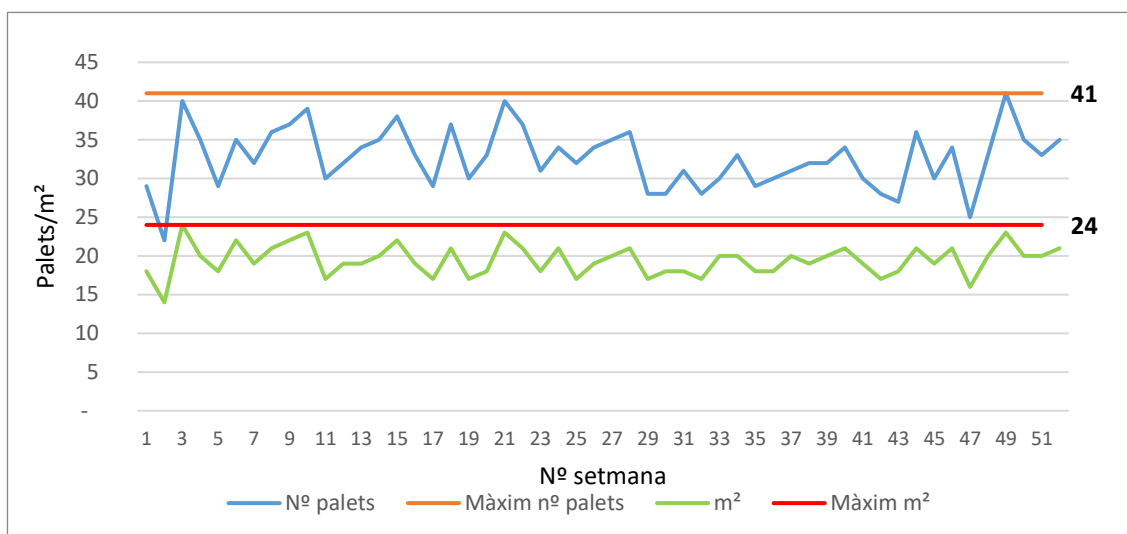
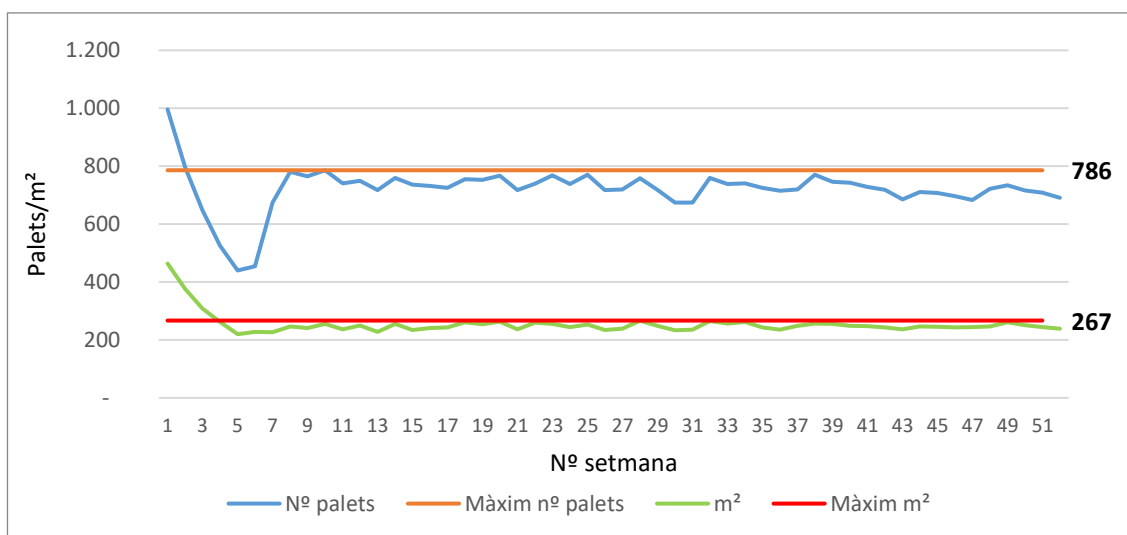


Figura 9.8. Gràfic del nombre de palets i m² màxim en cada període i global de les caixes (Font: Pròpia)

Les caixes sí que es poden acumular fins a un màxim de 2 pisos. Es pot veure com la diferencia entre palets i m² és de poc més del 20% degut a que hi ha varies referencies amb poca rotació, que només requereixen d'un palet en stock i, com s'ha estipulat, en un mateix m² no es col·locaran dues referencies diferents.

Plàstics d'embalatge**Figura 9.9.** Gràfic del nombre de palets i m² màxim en cada període i global dels embalatges (Font: Pròpia)

En els plàstics d'embalatge, tots menys un es poden acumular en pisos de dos alçades, fet que es reflexa en la reducció de palets a m², que tot i no ser del 50%, es bastant elevada, deixant els requeriments d'espai per la categoria conjunta a 24 m²

Paper**Figura 9.10.** Gràfic del nombre de palets i m² màxim en cada període i global del paper (Font: Pròpia)

En el cas del paper, la reducció molt elevada, del 66%. Es pot veure en l'Annex A, que cada referència presenta un nombre màxim d'alçades en que es pot acumular, degut a que existeixen bobines de molts

amples diferents, des de 30cm fins 265cm. S'ha considerat que totes es poden apilar fins als 5,3m d'altura, donant com a resultats d'ocupació conjunta aquests 267m².

Analitzant ara la viabilitat de ubicar totes les matèries primes en la planta, recuperem el plànol exposat en l'apartat 5.1.2 (figura 7.5):

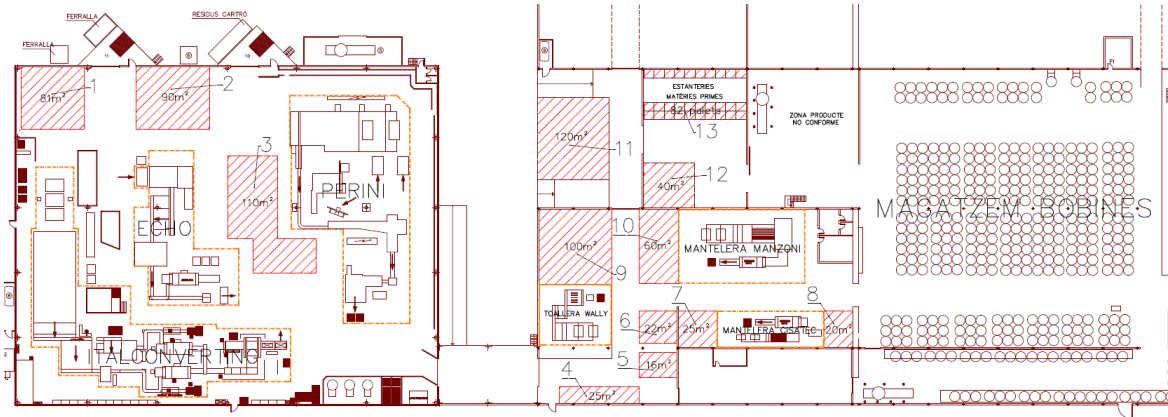


Figura 9.11. Plànol parcial de la planta amb les zones on es podria dipositar material (Font: Pròpia)

Sumant totes les zones disponibles obtenim que tenim un total de:

- 709 m² de zones disponibles.
- 82 ubicacions en estanteries.
- El magatzem de bobines en que no s'havia determinat un espai concret.

El fet que no s'hagi determinat un espai en concret pel magatzem de bobines ja s'havia introduït en l'apartat 5.1.2 i respon a que aquest espai s'hi col·loquen també bobines destinades a la venda, de forma que s'utilitzarà el espai mínim possible, si es necessari.

Tenint en compte les dues zones que tenien restriccions per certes matèries primes, que són el cas de la zona 11, que és exterior i no s'hi pot ubicar paper, caixes, coles ni tubs pel risc que es malmetessin; i el cas de la zona 13, de les estanteries, en que no s'hi pot ubicar paper ni tubs pel seu tamany.

Es presenten ara els resultats d'espai necessari. Per una banda tenim els m² necessaris si comptabilitzem les categories conjuntament, com s'ha vist en els gràfics anteriors; i per altre banda, els valors màxims de m² si contem per cada referències el seu valor d'espai màxim concret, de forma que s'entén que s'ubicarà cada referència en un lloc concret i tindrà sempre el espai necessari.

	Màxim nº palets	Màxim m ² (per categoria)	Màxim m ² (per referència)
Cartró cuir	72	20	21
Coles	7	7	8
Tubs	113	41	47
Palets	42	42	45
Làmines	57	57	79
Tintes	8	8	8
Caixes	44	35	36
Plàstics d'embalatge	41	24	30
Paper	786	267	366
Total	1170	501	640

Figura 9.12. Taula amb el resum dels palets i espai requerit per cada categoria segons els màxims global, i el total d'espai requerit amb la suma dels màxims de cada referència (Font: Pròpia)

A l'Annex A es pot veure detalladament els valors màxims de cada una de les referències.

Es pot veure amb els resultats en m² quines són realment els productes que ens ocupen més espai. Primer de tot, com era d'esperar, és el paper, que tot i que presenta una quantitat elevada en proporció al espai que ocupa, ja que es pot apilar al màxim que permet l'altura de la nau que són 5,3 metres, la gran quantitat que representa i la varietat de referències, fa que el total sigui elevat. Després trobem ja les làmines que al no poder-se apilar i tenir tantes referències, suposa un espai considerable. A partir d'aquí trobem els palets, que s'utilitzen per tots els productes i els tubs, que en la majoria també se'n requereixen i ocupen bastant espai. Després trobem tot el *packaging*, les caixes i els embalatges; i per últim, les tintes que ja em vist en apartats anteriors que el consum és molt baix i cada referència ocupa un espai, i les coles que menys en el moment en que coincideix que arriba una compra d'un bidó i que l'anterior encara s'ha d'acabar, només requereix un palet o m² per referència.

S'arriba a la conclusió llavors que tot i les restriccions, sembla viable ubicar totes les matèries primes en els espais que s'havien identificat com a zones útils, fins i tot, sense requerir espai del magatzem de bobines; i amb un marge bastant considerable que permetrà en el pròxim apartat distribuir les diverses matèries primes amb cert marge, fet que pot propiciar a trobar una bona distribució.

10. Optimització de la distribució interna

En aquest apartat l'objectiu és, a partir de les dades obtingudes en l'apartat anterior sobre els requeriments d'espai dels diferents materials i del anàlisi de les diverses zones que es disposen per emmagatzemar-les, trobar la ubicació que permeti minimitzar les distàncies que s'hauran de recorre durant l'any.

Primer de tot, es classifiquen les referències en dues categories segons el tipus de consum que presenten, si és total o parcial. Un consum total significa que quan aquesta matèria prima és requerida, es transportada fins el seu punt de consum en el seu palet corresponent, i aquest ja no tornarà a ser emmagatzemat, sinó que s'ubicarà en el punt fins que tot el producte del palet hagi estat consumit. Es el cas del paper, els plàstics d'embalatge, el cartró cuir, els palets i la cola que son productes utilitzats recurrentment per múltiples referències i que es poden col·locar en el punt de consum o que requereixen ser consumits completament abans de ser substituïts. En aquests casos, el nombre de viatges que es realitzen són iguals al nombre de palets utilitzats.

$$\forall \text{Producte de consum TOTAL} : N^{\circ} \text{ viatges (anual)} = N^{\circ} \text{ palets (anual)} \quad (\text{Eq. 10.1})$$

On:

- N° viatges (anual) : és la quantitat de desplaçaments que es realitzen en un any.
- N° palets (anual) : és el nombre de palets de producte que es consumeixen en un any.

Per altre banda, hi ha els que presenten un consum parcial, els quals quan són necessaris es porten des del punt d'emmagatzematge on s'ubiquen fins al punt de consum, s'utilitza la quantitat que es necessària i es retornen. És el cas de les caixes, les làmines, els tubs i les tintes que son consumides per referències més concretes i en la majoria de casos dificultaria la feina si no es retiressin o que no requereixen consumir-los totalment. En aquest altre cas, es realitzaran un mínim de dos viatges cada setmana que hi ha consum i dos viatges per cada palet de producte que es consumeixi.

$$\forall \text{Producte de consum PARCIAL} : \quad (\text{Eq. 10.2})$$

$$\text{Si } N^{\circ} \text{ palets (anual)} < N^{\circ} \text{ setmanes amb consum} \rightarrow$$

$$N^{\circ} \text{ viatges (anual)} = N^{\circ} \text{ setmanes amb consum} * 2$$

$$\text{Si } N^{\circ} \text{ palets (anual)} \geq N^{\circ} \text{ setmanes amb consum} \rightarrow \quad (\text{Eq. 10.3})$$

$$N^{\circ} \text{ viatges (anual)} = N^{\circ} \text{ palets (anual)} * 2$$

On:

- N^o viatges (anual) : és la quantitat de desplaçaments que es realitzen en un any.
- N^o palets anual : és el nombre de palets de producte que es consumeixen en un any.
- N^o setmanes amb consum : és el nombre de setmanes que es fa ús del producte en un any.

A l'Annex A és pot trobar els resultats del nombre de viatges anuals juntament amb que s'ha identificat com el punt on es consumeixen cada una de les matèries primes a partir dels punts indicats en el plànol on es mostraven les rutes que hi havia dins la planta tenint en compte les diverses línies de producció i les zones d'emmagatzematge (figura 7.8). S'ha construït una taula amb les distàncies entre cada un dels punts que es pot veure a l'Annex C. Per tant, es determinarà la distància total recorreguda a partir de la següent equació:

$$Distància\ recorreguda\ anual_i = N^o\ viatges\ (anual)_i * Distància_{xy} \quad (Eq.\ 10.4)$$

On:

- Distància recorreguda : és el desplaçament anual que requereix cada producte.
- N^o viatges (anual) : és la quantitat de desplaçaments que es realitzen en un any.
- Distància_{xy} : és els metres que hi ha entre el punt d'emmagatzematge i el punt de consum.
- i : és cada una de les matèries primes.

A cada zona d'emmagatzematge, les quals es poden veure a la figura 7.5, s'ha determinat un nombre màxim de referències entenent que en les diferents zones es pot retirar el producte per més o menys punts, depenent dels metres de perímetre que donen a una zona que s'hi podria accedir amb els equips de distribució per retirar els palets, sense que calgui moure un altre producte per fer-ho, entenent el temps que es perd realitzant aquestes maniobres.

Per últim, s'ha determinat que es podia ubicar una referència en fins dos zones diferents ja que es podria generar situacions en que algun producte no es pogués ubicar en la seva totalitat a un punt i canviar-lo d'ubicació, perjudicava directament l'objectiu principal d'aquest apartat que és reduir els desplaçaments a realitzar.

A continuació es presenten les zones d'emmagatzematge, juntament amb el punt del plànol de les rutes (figura 7.8) que correspon, amb les seves limitacions d'espai, que ja estaven determinades, i el nombre de referències màximes:

Zona	Punt en la ruta	Capacitat (m ²)	Nº referències màximes
1	1	81	10
2	3	90	12
3	5	110	24
4	10	25	14
5	11	16	5
6	12	22	11
7	13	25	12
8	15	20	11
9	17	100	25
10	18	60	25
11	22	120	14
12	19	40	14
13	20	82	82
Magatzem bobines	21	∞	∞

Figura 10.1. Taula amb les dades de les diferents zones, el punt que correspon en el plànol de rutes, els m² que disposa i el màxim nombre de referències que s'hi podrien ubicar (Font: Pròpia)

Es pot veure com el magatzem de bobines, no té cap restricció d'espai ni de referències. Ja s'ha comentat en els apartats anterior, que no limitem aquest espai determinant un espai disponible concret, sinó que intentem reduir el producte ubicat en ell, ja que és troba en un punt bastant més allunyat que la resta de zones.

Amb el suport de l'eina *Solver* marcant com a objectiu minimitzar la distància recorreguda, i amb les restriccions de cada una de les zones d'emmagatzematge respecte als m² màxims i les referències màximes, juntament amb les restriccions que s'havien comentat al apartat anterior respecte a les zones 11 i 13, les quals hi ha certs productes que no s'hi poden ubicar. Totes aquestes dades també es troben disponibles a l'Annex A.

$$F_{obj} = \text{Min} \left(\sum_{i=1}^n \text{Distància recorreguda anual}_i \right) \quad (\text{Eq. 10.5})$$

Subjecte a les restriccions:

$$\forall \text{Zones } x : \text{Capacitat (m}^2\text{)}_x \geq \sum_{i=1}^n \text{Espai màxim (m}^2\text{)}_{i,x} \quad (\text{Eq. 10.6})$$

$$\forall \text{Zones } x : N^{\circ} \text{ referències màximes}_x \geq N^{\circ} \text{ referències}_x \quad (\text{Eq. 10.7})$$

On:

- Capacitat (m²) : és l'àrea màxima disponible per zona.
- Espai màxim (m²) : és l'àrea màxima que pot ocupar un producte.
- N^o referències màximes : és el nombre màxim de referències que poden ubicar-se en una zona.
- N^o referències : és el nombre de referències que s'ubiquen en una zona.
- i : és cada un dels productes.
- x : és cada una de les zones.

S'obtenen els següents resultats referents a cada zona d'emmagatzematge:

Zona	Punt en la ruta	Espai ocupat (m ²)	Capacitat (m ²)	N ^o referències	N ^o referències màximes
1	1	81	81	4	10
2	3	87	90	12	12
3	5	110	110	18	24
4	10	24	25	6	14
5	11	15	16	5	5
6	12	19	22	11	11
7	13	15	25	12	12
8	15	19	20	11	11
9	17	67	100	25	25
10	18	60	60	24	25
11	22	70	120	14	14
12	19	38	40	12	14
13	20	11	82	8	82
Magatzem bobines	21	24	∞	11	∞

Figura 10.2. Taula amb els resultats obtinguts referents a cada una de les zones respecte els m² que s'utilitzaran i el nombre de referències que hi haurà en cada un (Font: Pròpia)

Obtenim com a resultat de la funció objectiu obtenim un valor de **657,85 km anuals**.

A continuació es pot veure un plànol amb les diverses matèries primes distribuïdes en la seva corresponent zona. Cada material està identificat amb una figura, que representa la seva categoria, i un valor, que és la seva posició en funció del nombre de desplaçaments que suposa, sent l'1 la matèria prima amb més desplaçaments. La relació entre aquest valor i el material es troba a l'Annex A.










Figura	Categoria
	Paper
	Cartró cuir
	Plàstic d'embalatge
	Caixes
	Palets
	Plàstics impresos (làmines)
	Tintes
	Coles
	Tubs

Figura 10.3. Taula amb la llegenda del plànol amb la distribució de les diverses matèries primes (Font: Pròpia)

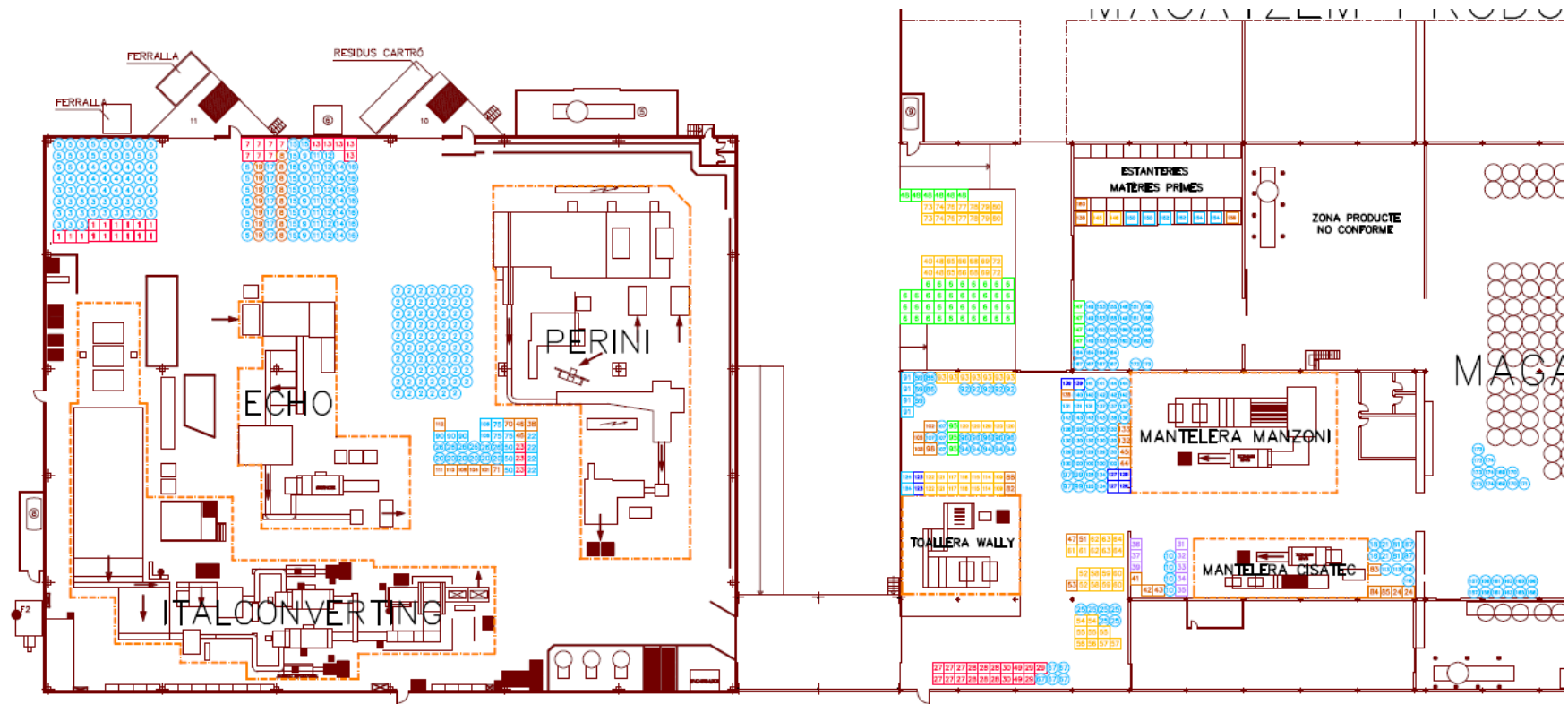


Figura 10.4. Plànol amb la distribució de les diverses matèries primes (Font: Pròpia)

11. Millora dels costos de distribució externa

En aquest apartat té com a objectiu determinar com es podria disminuir els costos lligats amb el transport del producte manipulat des del magatzem fins al client a partir de les dades presentades al apartat 5.3, on s'havia presentat els països i zones en les quals estaven ubicats els clients que té el cas d'estudi.

A partir d'aquestes dades, s'havia arribat a la conclusió que existia una problemàtica referent als palets que es transportaven de mitjana en les comandes, entenent que el cost que suposava el transport, a nivell de preu per palet, era més costós com menys palets eren transportats, i s'havia detectat que aquest valor era molt baix, sobretot en les càrregues a França, on degut a la distància, els preus eren encara més elevats.

Amb totes aquestes consideracions, es planteja buscar empreses de distribució, que treballin en el territori francès, amb la idea que puguin realitzar el transport a última milla de les comandes, de forma que es poguessin agrupar les càrregues fins a disposar d'un camió complet, enviar-ho a un preu acceptable fins al punt en concret on l'empresa en qüestió gestioni les mercaderies.

Es troben dos operadors logístics *Denjean Logistique* i *Trasports Fournié* que tenen centres de distribució a prop de Toulouse, una zona que és relativament propera tenint en compte totes les zones que hi ha més al nord de França, i amb unes tarifes per càrregues de 10 o menys palets, que són les quantitats més problemàtiques a nivell de costos, que podrien ser interessants.

Les tarifes dels dos operadors es poden trobar a l'Annex F.

En el territori francès, les diferents zones s'estructuren en departaments. Primer de tot, s'identifica els departaments en que es realitzen càrregues de 10 o menys palets. Es pot veure en les tarifes dels dos operadors, que el mínim de palets per comanda són 2, de forma que no s'avaluarà les dades de les comandes d'un palet.

Departaments	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6	6	9	1	6	7	3	1	1	
8				5	3	4	1		
9			1	1					1
11	4		1	1	1	2	1	2	10
12	16	18	6	1		1	1		
13	2	2	5	4	4		1	1	
14	4	3	4	3	1		1	2	
17	7	7	4	7	3	4	6	1	
19				1					
22				1	4	5	5	1	
26	10		2	5	4	6	2	5	1
27	1								
29	7	2	1	1			4	5	7
30	2	3	1		1	1			
31	48	26	19	10	6	3	1	1	1
32	1								
33	10	3	4	7	2	1			2
34	17	8	7	10	3		10		
37			7	6					
40	9	2	1						
42	18	12	6	5	4	1			
43				3		3	1		
45	1								
47	2			1	1				
48	9	3	1						
49				2	2				
50			2		1	2			
53									
56	2	3		4	3	4	4	1	
57		2							
59	3					2	1	3	
61	1	2							
63	5	1		1					
64	80	45	26	14	6	4	4	1	
65	1	1	1						
66	48	16	4	2	2	1			
69	7	6				1			
72		1							
76	2	2							
77	12	15	7	11	4			2	1
78	9	12	10	25	12	4	3	2	5
79	2		3	12	6	4	2		
81	16	5	7	9	4	5	8	4	3
82	1								
83	1	3	1		1				
84				5					
85	7	3	4	5	5	1	2	2	
86		1				1	9	2	2
91	5								
92	4	4	1	3		3	1		1
93	10	1	3	2	6	1	3		1
95	2	2	2	2	1		1		1
Total general	392	223	142	175	97	67	73	36	36

Figura 11.1. Taula amb el nombre de comandes realitzades en funció del departament i el nombre de palets
(Font: Pròpia)

Presentem ara les dades reals que es disposen del cost mínim de tots els transports que s'han realitzat per zones i nombre de palets per càrrega. Com s'havia comentat al apartat 5.3 de distribució externa al presentar les dades dels preus, no es disposa de totes les dades reals de tots els transports, de forma que només es valoraran les zones i quantitats que sí que es disposen.

DEPT	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6	-	-	-	246	262	311	-	354	-
8	-	-	-	242	430	497	497	-	-
9	-	-	282	305	-	-	-	-	354
11	143	-	-	-	-	220	-	239	260
12	236	278	306	-	314	-	337	-	-
13	225	-	230	243	259	-	290	307	-
14	-	288	312	350	-	-	-	-	-
17	220	233	253	353	323	345	343	378	-
19	171	-	-	263	-	-	-	-	-
22	-	-	-	-	414	431	465	-	-
26	215	-	225	243	-	-	-	365	-
27									
29	245	289	310	362	-	-	465	498	522
30	-	-	-	-	375	-	-	-	-
31	159	204	224	237	251	266	329	-	377
32									
33	180	245	185	270	291	309	-	351	-
34	140	193	-	197		-	222	-	-
35									
37	-	-	-	280	-	-	-	-	-
40	208	216		-	-	-	-	-	-
42	95	187	239	262	-	-	368	-	-
43	-	-	-	270	-	298	-	-	-
45									
47									
48	-	-	-	-	-	-	-	-	-
49	202	-	-	-	-	-	-	-	-
50	-	-	311	-	-	356	-	-	-
53									
56	-	-	-	354	380	421	453	-	-
57									
59	212	-	-	-	-	412	-	458	-
61									
63	161	207	-	285	-	339	-	-	-
64	127	194	161	168	-	272	-	-	-
65	-	-	422	-	-	-	-	-	-
66	127	131	158	245	270	-	-	-	-
69	166	219	-	-	-	-	-	-	-
72									
76	-	-	-	-	-	-	-	-	-
77	153	231	291	323	387	398	-	-	-
78	-	136	180	225	356	440	486	-	475
79	195	-	223	243	280	345	399	-	-
81	104	129	196	243	340	395	422	445	-
82									
83									
84	-	-	-	237	-	-	-	-	-
85	193	-	264	293		-	310	-	-
86	189	255	-	-	-	-	315	-	-
91									
92	-	290	-	335	-	-	-	-	-
93	175	-	-	-	-	383	443	-	481
95	201	-	-	-	424	-	-	-	594

Figura 11.2. Taula amb valors històrics reals registrats del cost del transport en funció del departament i el nombre de palets (Font: Pròpia)

Es pot veure en la taula, que alguns valors no segueixen una tendència lògica, aquest efecte és resultat de varies coses. Primer que com s'ha comentat s'ha agafat el preu mínim que es té registrat, això desvirtua lleugerament els resultats, però a l'hora assegura que si el preu d'algun dels dos operadors logístics és més econòmic, serà conseqüència de que en la zona i el nombre de palets, mai s'ha trobat un millor preu. Per altre banda, en zones i nombre de palets en que s'han realitzat molts pocs transports aquests poden diferir considerablement de la resta al tenir pocs valors, ja que es podria haver donat un cas particular en que la tarifa en aquell viatge fos més o menys econòmic.

Per avaluar quin tipus de càrregues serien més econòmiques, s'ha de tenir en compte el cost que té enviar els palets als centres de distribució dels operadors logístics. El preu del camió complet (33 palets) des del magatzem del nostre cas fins a Toulouse és de 650€, es considera que el preu per palet en el cas de subcontractar un dels dos operadors, serà la tarifa per la zona i el nombre de palets més 20€ per cada palet.

Es pot trobar les taules amb els resultats obtinguts del preu per palet per zona dels dos operadors logístics i dels preus reals mínims històrics dels transports contractats a l'Annex G.

Es presenta a continuació el resum dels resultats obtinguts de la suma del estalvi que s'hagués obtingut en un any amb les dades que es disposen de les comandes presentades a la figura 13.1, juntament amb els preus històrics presentats en la figura 13.2 i els preus dels dos operadors, tenint en compte únicament els preus per zona i quantitat de palets en que el cost és més baix que el històric, entenent que únicament les comandes que estiguessin en aquesta situació, serien gestionades pel operador logístic en qüestió.

	Estalvi absolut	Estalvi relatiu
Denjean Logistique	5.719€	2,41%
Transports Fournié	15.005€	6,32%
Millor opció conjunta	15.770€	6,64%

Figura 11.3. Taula amb el resultat referent al estalvi de subcontractar cada un dels operadors logístics en les zones i nombre de palets en que és més econòmic que els preus registrats (Font: Pròpia)

12. Anàlisi de l'impacte ambiental

El impacte ambiental relacionat directament amb aquest projecte, tenint en compte que el que es planteja es un canvi en la gestió i organització, no presenta directament un impacte ambiental, tot i així hi ha certs punts de l'execució del treball que sí que tenen un impacte ambiental.

El principal és el ús dels elements de distribució interna, els toros, que funcionen amb GLP, gas liquat obtingut del petroli, que presenta unes emissions més baixes de nitrogen, partícules i diòxid de carboni respecte el gasoil i la gasolina; apart de reduir també la contaminació acústica. En l'apartat 10, on es distribueix tots els materials i s'aconsegueix reduir els temps i costos de la distribució interna, directament també permet reduir les emissions dels toros al minimitzar els desplaçaments que aquests realitzen.

Tot i així, aquest no és el millor sistema que existeix, en els últims anys ha augmentat molt la oferta de toros elèctrics amb una major autonomia gràcies als avenços en les bateries, que permeten reduir les emissions i el soroll a zero.

Per altre banda, tot i que no s'ha comentat en cap punt del projecte ja que no estava relacionat, tot el residu que es genera de plàstic, cartró i paper es reciclat o reutilitzat. En el cas del plàstic i cartró, els residus són dipositats en contenidors d'una empresa externa de gestió de residus.

En el cas del paper, la seva totalitat és reutilitzat. Com s'havia comentat en l'apartat 2.1 la companyia té dues plantes més que fabriquen paper, una de les quals està adjacent a la planta d'estudi, i tot el paper que no es aprofitat, ja sigui per "mermas" (el sobrant del procés productiu), producte no conforme o refusat, es processat i reconvertit en un substitut idèntic a la pasta de paper que s'utilitza com a matèria prima per fabricar el paper; de forma que el residu que es genera relacionat amb el paper es pràcticament nul.

Pressupost i/o Anàlisi Econòmica

En aquest apartat es valorarà el cost de realització del projecte relatiu a les hores dedicades per l'estudi i desenvolupament juntament amb el equipament i software necessari per poder desenvolupar totes les etapes.

Primer de tot s'especifica la dedicació en hores requerida en cada un dels punts i tasques realitzades per dur a terme tot el projecte. A continuació es presenta el càlcul de les hores de dedicació:

Etales	Dedicació (hores)
Estudi de la gestió interna	45
Formació en Microsoft Dynamics Nav (Navision)	15
Recollida de dades	30
Estudi dels processos	50
Treball i anàlisi de les dades obtingudes	60
Descripció del funcionament actual	45
Anàlisi de problemàtiques existents	30
Anàlisi i modificació de plànols	50
Estudi opcions i decisió del model a seguir	20
Estructuració i desenvolupament del model	210
- <i>Gestió del inventari</i>	60
- <i>Necessitats de producció</i>	55
- <i>Necessitats de materials</i>	40
- <i>Necessitats d'espai</i>	55
Reorganització dels materials	50
Contacte proveïdors i gestió d'ofertes	35
Total	640

Respecte el cost de personal, es suposa que l'enginyer en qüestió cobra 22.000€/brut a l'any més 6600€ anuals de la seguretat social. Si es conta que es realitzen 1800h/any, obtenim el seu cost hora (15,88€/h).

A continuació tenim el cost de tot el software que es necessari i s'ha utilitzat per la realització del projecte. S'ha especificat el cost de les llicències i el temps que seria requerida.

Per últim tenim el material utilitzat, que consta únicament d'un ordinador, el qual té un cost de 800€ i una vida útil de 3 anys; i el cost dels desplaçaments del enginyer a la planta.

Tipo	Detall	Quantitat	Cost	Total
Personal	Salari Enginyer	640h	15,88 €/h	10.169 €
Software	Microsoft Windows 10	1 llicència	104,99 €	105 €
	Microsoft Office 365 Premium	6 mesos	10,50 €/mes	63 €
	Microsoft Dynamics Nav 365	6 mesos	59,03 €/mes	354 €
	AutoCAD 2016	6 mesos	266,20 €/mes	1.597 €
Material	Ordinador PC	6 mesos	22,22 €/mes	133 €
Altres	Desplaçaments	6 mesos	20 €/mes	120 €

Total	12.542 €
--------------	-----------------

Conclusions

Aquest projecte gira entorn a tot el sistema logístic i de gestió de la cadena de subministrament d'una empresa que produeix i ven productes manipulats de paper. A partir de l'anàlisi dels diferents subsistemes logístics que la conformen i les característiques d'aquesta, es busca com es podria establir un model que organitzi totes les activitats i elements de forma integral, des de l'obtenció dels materials fins a l'entrega al client, minimitzant els costos i recursos, i amb una gestió eficient.

Inicialment s'ha estudiat detalladament tot el sistema, remarcant els punts i elements més destacables i necessaris per la construcció del model. A continuació, s'ha iniciat la construcció del model a partir de la demanda dels productes que subministra l'empresa i el nivell de servei desitjat, i obtenint una solució que, tenint en compte les característiques del cas, minimitzi els costos que se'n deriven.

A partir dels resultats obtinguts, s'ha determinat tot el que es requereix per a l'execució del model en tots els nivells i camps en que es centra el projecte, la gestió, l'organització i les necessitats a nivell productiu, les matèries primes que són necessàries, l'espai que es requereix i la ubicació d'aquestes; sempre amb l'objectiu de reduir els costos i recursos necessaris en cada punt.

D'aquesta manera, s'ha estipulat el model determinant el lot econòmic de cada producte i la seva periodicitat de fabricació tenint en compte per realitzar els càlculs les característiques dels productes i el sistema productiu, les limitacions i restriccions que existeixen, i obtenint el cost total de desenvolupar aquesta solució. A partir d'aquests resultats, s'ha estipulat la millor organització possible per executar-ho a nivell productiu, determinant quan es realitzaria cada una de les fabricacions, mantenint els punts base del model, i quantificant les necessitats de torns i personal que seran requerides per executar-lo. A continuació, s'ha calculat les matèries primes que seran necessàries en cada període i, segons les característiques de cada una d'elles a nivell d'aprovisionament, s'ha determinat quan es realitzarà cada compra i en quina quantitat, així com s'ha valorat les que són més conflictives i caldria renegociar per millorar les condicions. A partir dels resultats obtinguts i tenint en compte les característiques de capacitat de la nau del cas d'estudi, s'ha verificat la viabilitat del model i s'ha determinat l'espai que serà necessari per portar-lo a terme. Per últim, s'ha estudiat la ubicació en que es dipositaria cada una de les matèries primes tenint en compte les seves característiques, la seva ocupació màxima i el seu punt de consum, aconseguint reduir al mínim el temps de distribució interna necessari per subministrar el producte al procés productiu, així com establir un ordre determinat que faciliti la seva gestió.

Separat del model, també s'ha realitzat una millora pel transport, després de l'anàlisi que s'havia fet, per reduir els costos associats al transport a França en càrregues petites. S'ha comparat tarifes de dos

operadors logístics amb les registrades i s'ha determinat en quines zones i quantitat de producte, seria més econòmic subcontractar el transport a última milla.

En el futur, pensant en la aplicació del model en aquest cas, seria important desenvolupar eines de control que permetés fer un seguiment dels desajustos que poden aparèixer degut a canvis originats externament; canvis en la demanda, obsolescència de productes, canvis en les condicions de subministrament, etc. També la incorporació d'un sistema de correcció automatitzat que modifiqués els resultats en funció dels retards que poguessin sorgir en sistema productiu, ja que és impossible creure que es pot desenvolupar sense cap averia o problema. Amb aquesta correcció, es podria determinar automàticament els períodes de compra, i els retards dels cicles de producció, de forma que es podrien prendre mesures amb temps per corregir-ho.

Bibliografia

1. Chopra, S. i Meindl, P. *Administración de la cadena de suministro* [en línia]. 2004. ISBN 9786073221337. DOI 10.1017/CBO9781107415324.004. Disponible a: http://datateca.unad.edu.co/contenidos/104005/AVA_2015-1/BIBLIOGRAFIA/Administracion_de_la_cadena_de_suministro._Estrategia_Planeacio.pdf.
2. Pinheiro de Lima, O. et al. Una nueva definición de la logística interna y forma de evaluar la misma. A: *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*. 2017, Vol. 25, núm. 2, p. 264-276. ISSN 0718-3305. DOI 10.4067/s0718-33052017000200264.
3. Hugos, M.H. *Essentials of Supply Chain Management*. 2000. ISBN 9780470942185.
4. Casanovas Villanueva, A. i Cuatrecasas Arbós, L. Metodología para el diseño estratégico de la cadena de suministro. Lean Management en el Supply Chain Management. A: *IX Congreso de Ingeniería de Organización Gijón*,. 2005, p. 1-12.
5. Ballou, R.H. *Logística. Administración de la cadena de suministro*. 2004. ISBN 9788578110796. DOI 10.1017/CBO9781107415324.004.
6. Companys Pascual, R. i Fonollosa Guardiet, J. *Nuevas técnicas de gestión de stocks, MRP y JIT*. 1989. ISBN 9788426707291.
7. Bueno, E. i Morcillo, P. *Dirección Eficiente*. 1993. ISBN 9788436807493.

Annex A – Matèries Primes

En aquest Annex si pot trobar totes les dades referents a les matèries primes que s'han estudiat prèviament o que s'han incorporat a mesura que s'han determinat (stock màxim, ubicacions, etc.) i s'ha utilitzat durant tot el projecte.

CODI	DESCRIPCIÓ	FAMÍLIA	UNITAT	Nº REFERENC IES EN QUE S'UTILITZ A	OBTENCIÓ	TEMPS D'APROVISI ONAMENT (SETMANES)	UNITAT/ PALET	COMPRA MÍNIMA (Q _{min})	PISOS MÀXIM APILABLE	TIPO CONSUM	ZONA CONSUM	ZONA NO UBICABLE	M² STOCK MÀXIM	ZONA EMMAGATZ EMATGE 1	QUANTITAT ZONA 1 (M³)	ZONA EMMAGATZ EMATGE 2	QUANTITAT ZONA 2 (M³)	POSICIÓ DEL Nº DE DESPLAÇA MENTS
CCV001	Caixa CV Nº1	CAIXES	UD	18	Compra	3	240	240	2	PARCIAL	6	11	1	3	1			101
CCV002	Caixa CV Nº2	CAIXES	UD	11	Compra	3	240	240	2	PARCIAL	6	11	1	3	1			108
CCV003	Caixa CV Nº3	CAIXES	UD	1	Compra	3	240	240	2	PARCIAL	6	11	1	3	1			104
CCV004	Caixa CV Nº4	CAIXES	UD	1	Compra	3	240	240	2	PARCIAL	6	11	1	3	1			110
CCV005	Caixa CV Nº5	CAIXES	UD	1	Compra	3	240	240	2	PARCIAL	6	11	1	3	1			112
CCV006	Caixa CV Nº6	CAIXES	UD	2	Compra	3	240	240	2	PARCIAL	6	11	1	3	1			111
CHI001	Caixa HI Nº1	CAIXES	UD	2	Compra	3	240	240	2	PARCIAL	6	11	1	3	1			38
CHI002	Caixa HI Nº2	CAIXES	UD	2	Compra	3	240	240	2	PARCIAL	6	11	2	3	2			46
CHI003	Caixa HI Nº3	CAIXES	UD	1	Compra	3	240	240	2	PARCIAL	6	11	1	3	1			70
CHI004	Caixa HI Nº4	CAIXES	UD	1	Compra	3	240	240	2	PARCIAL	6	11	1	3	1			71
CMT001	Tapa MT Nº1	CAIXES	UD	1	Compra	3	120	120	2	PARCIAL	16	11	1	7	1			43
CMT002	Caixa MT Nº2	CAIXES	UD	1	Compra	3	120	120	2	PARCIAL	16	11	1	10	1			44
CMT003	Caixa MT Nº3	CAIXES	UD	5	Compra	3	240	240	2	PARCIAL	16	11	1	10	1			135
CMT004	Caixa MT Nº4	CAIXES	UD	6	Compra	3	240	240	2	PARCIAL	16	11	1	13	1			159
CMT005	Caixa MT Nº5	CAIXES	UD	1	Compra	3	240	240	2	PARCIAL	16	11	1	13	1			160
CMT006	Caixa MT Nº6	CAIXES	UD	1	Compra	3	240	240	2	PARCIAL	16	11	1	10	1			133
CMT007	Caixa MT Nº7	CAIXES	UD	1	Compra	3	240	240	2	PARCIAL	16	11	1	13	1			136
CMT008	Caixa MT Nº8	CAIXES	UD	3	Compra	3	360	360	2	PARCIAL	14	11	1	8	1			83
CMT009	Tapa MT Nº9	CAIXES	UD	3	Compra	3	360	360	2	PARCIAL	14	11	1	8	1			84
CMT010	Caixa MT Nº10	CAIXES	UD	93	Compra	3	480	480	2	PARCIAL	14	11	2	8	2			24
CMT011	Caixa MT Nº11	CAIXES	UD	6	Compra	3	480	480	2	PARCIAL	14	11	1	8	1			85
CMT012	Caixa MT Nº12	CAIXES	UD	22	Compra	3	240	240	2	PARCIAL	16	11	1	7	1			42
CMT013	Caixa MT Nº13	CAIXES	UD	1	Compra	3	240	240	2	PARCIAL	16	11	1	10	1			45
CMT014	Caixa MT Nº14	CAIXES	UD	6	Compra	3	240	240	2	PARCIAL	16	11	1	7	1			41
CMT015	Caixa MT Nº15	CAIXES	UD	2	Compra	3	240	240	2	PARCIAL	16	11	1	10	1			132
CTP001	Caixa TP Nº1	CAIXES	UD	9	Compra	3	320	320	2	PARCIAL	12	11	1	6	1			47
CTP002	Caixa TP Nº2	CAIXES	UD	1	Compra	3	320	320	2	PARCIAL	12	11	1	9	1			105
CTP003	Caixa TP Nº3	CAIXES	UD	1	Compra	3	320	320	2	PARCIAL	12	11	1	9	1			88
CTP004	Caixa TP Nº4	CAIXES	UD	1	Compra	3	320	320	2	PARCIAL	12	11	1	9	1			102
CTP005	Caixa TP Nº5	CAIXES	UD	1	Compra	3	320	320	2	PARCIAL	12	11	1	6	1			51
CTP006	Caixa TP Nº6	CAIXES	UD	5	Compra	3	320	320	2	PARCIAL	12	11	1	9	1			82
CTP007	Caixa TP Nº7	CAIXES	UD	2	Compra	3	320	320	2	PARCIAL	12	11	1	9	1			98
CTP008	Caixa TP Nº8	CAIXES	UD	1	Compra	3	320	320	2	PARCIAL	12	11	1	6	1			53
CTP009	Caixa TP Nº9	CAIXES	UD	1	Compra	3	320	320	2	PARCIAL	12	11	1	9	1			103

Annexos

CODI	DESCRIPCIÓ	FAMÍLIA	UNITAT	Nº REFERENC IES EN QUE S'UTILITZ A	OBTENCIÓ	TEMPS D'APROVISI ONAMENT (SETMANES)	UNITAT/ PALET	COMPRA MÍNIMA (Q _{uín})	PISOS MÀXIM APILABLE	TIPO CONSUM	ZONA CONSUM	ZONA NO UBICABLE	M² STOCK MÀXIM	ZONA EMMAGATZ EMATGE 1	QUANTITAT ZONA 1 (M³)	ZONA EMMAGATZ EMATGE 2	QUANTITAT ZONA 2 (M³)	POSICIÓ DEL Nº DE DESPLAÇA MENTS
CTU001	Cartró cuir 220g 80mm	CARTRÓ CUIR	KG	342	Compra	4	700	14000	4	TOTAL	3		7	2	7			19
CTU002	Cartró cuir 400g 80mm	CARTRÓ CUIR	KG	1004	Compra	4	700	14000	4	TOTAL	3		8	2	8			8
CTU003	Cartró cuir 300g 80mm	CARTRÓ CUIR	KG	522	Compra	4	700	14000	4	TOTAL	3		6	11	6			48
COL001	Cola tubs (catró-cartró)	COLES	KG	1004	Compra	2	1000	1000	1	TOTAL	3	11	2	9	2			123
COL002	Cola tancament canya (paper-paper)	COLES	KG	1055	Compra	2	1000	1000	1	TOTAL	3	11	2	10	2			128
COL003	Cola inici canya (paper-cartró)	COLES	KG	803	Compra	2	1000	1000	1	TOTAL	3	11	2	10	2			139
COL004	Cola de laminar (paper-paper)	COLES	KG	397	Compra	2	1000	1000	1	TOTAL	3	11	2	10	2			127
ETQ001	Etiquetas estàndar 130x130 (mm)	ETIQUETES	UD	950	Compra	1	50000	20000	1	TOTAL	6		1					
ETQ002	Etiqueta anònima 90x150 (mm)	ETIQUETES	UD	159	Compra	2	50000	10000	1	TOTAL	16		1					
ETQ003	Etiqueta mantells N°1 90x150 (mm)	ETIQUETES	UD	5	Compra	2	50000	5000	1	TOTAL	16		1					
ETQ004	Etiqueta mantells N°2 90x150 (mm)	ETIQUETES	UD	5	Compra	2	50000	5000	1	TOTAL	16		1					
ETQ005	Etiqueta mantells N°3 90x150 (mm)	ETIQUETES	UD	7	Compra	2	50000	5000	1	TOTAL	16		1					
PLT0001	Palet 80 x 120 (cm)	PALETS	UD	1154	Compra	1	40	800	1	TOTAL	9		38	11	38			6
PLT0002	Palet 120 x 100 (cm)	PALETS	UD	44	Compra	1	40	150	1	TOTAL	9		4	12	4			147
PLT0003	Palet reforzat 80 x 120 (cm)	PALETS	UD	27	Compra	1	40	50	1	TOTAL	9		3	9	3			95
BE001	Bobina Echo N°1	PAPER	KG	5	Compra	4	1000	2000	2	TOTAL	2 11 i 13	3	12	3				162
BE002	Bobina Echo N°2	PAPER	KG	2	Compra	4	850	2000	2	TOTAL	2 11 i 13	4	10	4				129
BE003	Bobina Echo N°3	PAPER	KG	1	Compra	4	700	2000	2	TOTAL	2 11 i 13	4	12	4				149
BE004	Bobina Echo N°4	PAPER	KG	13	Compra	4	700	2000	2	TOTAL	2 11 i 13	5	9	5				92
BE005	Bobina Echo N°5	PAPER	KG	34	Compra	3	700	2000	2	TOTAL	2 11 i 13	6	3	6				26
BE006	Bobina Echo N°6	PAPER	KG	6	Compra	4	700	2000	2	TOTAL	2 11 i 13	5	9	5				96
BE007	Bobina Echo N°7	PAPER	KG	17	Compra	3	700	2000	2	TOTAL	2 11 i 13	10	2	10				15
BE008	Bobina Echo N°8	PAPER	KG	12	Compra	2	700	2000	2	TOTAL	2 11 i 13	7	2	7				16
BE009	Bobina Echo N°9	PAPER	KG	11	Compra	4	700	2000	2	TOTAL	2 11 i 13	6	3	6				20
BE010	Bobina Echo N°10	PAPER	KG	22	Compra	4	700	2000	2	TOTAL	2 11 i 13	7	2	7				14
BE011	Bobina Echo N°11	PAPER	KG	48	Compra	2	700	2000	2	TOTAL	2 11 i 13	8	2	8				11
BE012	Bobina Echo N°12	PAPER	KG	8	Compra	4	700	2000	2	TOTAL	2 11 i 13	7	2	7				17
BE013	Bobina Echo N°13	PAPER	KG	19	Compra	2	700	2000	2	TOTAL	2 11 i 13	8	2	8				12
BE014	Bobina Echo N°14	PAPER	KG	2	Compra	2	700	2000	2	TOTAL	2 11 i 13	4	9	4				107
BE015	Bobina Echo N°15	PAPER	KG	1	Compra	2	700	2000	2	TOTAL	2 11 i 13	5	9	5				94
BE016	Bobina Echo N°16	PAPER	KG	1	Compra	4	700	2000	2	TOTAL	2 11 i 13	4	12	4				164
BI001	Bobina Italconverting N°1	PAPER	KG	2	Compra	4	700	2000	2	TOTAL	1 11 i 13	4	12	4				167
BI002	Bobina Italconverting N°2	PAPER	KG	123	Compra	3	700	2000	2	TOTAL	1 11 i 13	27	1	20		2	7	5
BI003	Bobina Italconverting N°3	PAPER	KG	98	Compra	2	700	2000	2	TOTAL	1 11 i 13	23	1	23				4
BI004	Bobina Italconverting N°4	PAPER	KG	1	Compra	4	700	2000	2	TOTAL	1 11 i 13	4	12	4				153
BI005	Bobina Italconverting N°5	PAPER	KG	10	Compra	4	700	2000	2	TOTAL	1 11 i 13	5	4	5				67
BI006	Bobina Italconverting N°6	PAPER	KG	7	Compra	2	700	2000	2	TOTAL	1 11 i 13	5	10	5				100
BI007	Bobina Italconverting N°7	PAPER	KG	89	Compra	2	700	2000	2	TOTAL	1 11 i 13	23	1	23				3
BI008	Bobina Italconverting N°8	PAPER	KG	15	Compra	2	700	2000	2	TOTAL	1 11 i 13	8	2	8				9
BMC001	Bobina Mantelera Cisatec N°1	PAPER	KG	2	Compra	4	200	2000	15	TOTAL	14 11 i 13	2	8	2				119
BMC002	Bobina Mantelera Cisatec N°2	PAPER	KG	14	Compra	4	250	2000	13	TOTAL	14 11 i 13	2	8	2				21
BMC003	Bobina Mantelera Cisatec N°3	PAPER	KG	7	Compra	4	250	2000	13	TOTAL	14 11 i 13	2	8	2				18
BMC004	Bobina Mantelera Cisatec N°4	PAPER	KG	1	Compra	4	250	2000	13	TOTAL	14 11 i 13	2	14	2				166
BMC005	Bobina Mantelera Cisatec N°5	PAPER	KG	2	Compra	4	200	2000	15	TOTAL	14 11 i 13	2	14	2				157
BMC006	Bobina Mantelera Cisatec N°6	PAPER	KG	1	Compra	4	200	2000	15	TOTAL	14 11 i 13	2	8	2				87
BMC007	Bobina Mantelera Cisatec N°7	PAPER	KG	1	Compra	4	250	2000	13	TOTAL	14 11 i 13	2	14	2				165



ANÀLISI I PROPOSTA DE MILLORES PELS SUBSISTEMES LOGÍSTICS EN UNA FÀBRICA PAPERERA DE CONVERTING

CODI	DESCRIPCIÓ	FAMÍLIA	UNITAT	Nº REFERENC IES EN QUE S'UTILITZ A	OBTENCIÓ	TEMPS D'APROVISI ONAMENT (SETMANES)	UNITAT/ PALET	COMPRA MÍNIMA (Q _{min})	PISOS MÀXIM APILABLE	TIPO CONSUM	ZONA CONSUM	ZONA NO UBICABLE	M² STOCK MÀXIM	ZONA EMMAGATZ EMATGE 1	QUANTITAT ZONA 1 (M³)	ZONA EMMAGATZ EMATGE 2	QUANTITAT ZONA 2 (M³)	POSICIÓ DEL Nº DE DESPLAÇA MENTS
BMC008	Bobina Mantelera Cisatec Nº8	PAPER	KG	2	Compra	4	200	2000	15	TOTAL	14	11 i 13	2	10	2			140
BMC009	Bobina Mantelera Cisatec Nº9	PAPER	KG	1	Compra	4	250	2000	13	TOTAL	14	11 i 13	2	8	2			118
BMC010	Bobina Mantelera Cisatec Nº10	PAPER	KG	4	Compra	4	250	2000	13	TOTAL	14	11 i 13	2	8	2			81
BMC011	Bobina Mantelera Cisatec Nº11	PAPER	KG	3	Compra	4	250	2000	13	TOTAL	14	11 i 13	2	8	2			113
BMC012	Bobina Mantelera Cisatec Nº12	PAPER	KG	4	Compra	4	250	2000	13	TOTAL	14	11 i 13	2	14	2			161
BMC013	Bobina Mantelera Cisatec Nº13	PAPER	KG	2	Compra	4	250	2000	13	TOTAL	14	11 i 13	2	14	2			169
BMC014	Bobina Mantelera Cisatec Nº14	PAPER	KG	4	Compra	4	250	2000	13	TOTAL	14	11 i 13	2	10	2			125
BMC015	Bobina Mantelera Cisatec Nº15	PAPER	KG	4	Compra	4	300	2000	13	TOTAL	14	11 i 13	2	14	2			158
BMM001	Bobina Mantelera Manzoni Nº1	PAPER	KG	12	Compra	4	600	2000	5	TOTAL	16	11 i 13	4	7	4			10
BMM002	Bobina Mantelera Manzoni Nº2	PAPER	KG	3	Compra	4	600	2000	5	TOTAL	16	11 i 13	2	12	2			148
BMM003	Bobina Mantelera Manzoni Nº3	PAPER	KG	1	Compra	4	750	2000	4	TOTAL	16	11 i 13	3	10	3			137
BMM004	Bobina Mantelera Manzoni Nº4	PAPER	KG	1	Compra	4	600	2000	5	TOTAL	16	11 i 13	2	12	2			151
BMM005	Bobina Mantelera Manzoni Nº5	PAPER	KG	3	Compra	4	600	2000	5	TOTAL	16	11 i 13	2	10	2			134
BMM006	Bobina Mantelera Manzoni Nº6	PAPER	KG	1	Compra	4	400	2000	7	TOTAL	16	11 i 13	1	14	1			171
BMM007	Bobina Mantelera Manzoni Nº7	PAPER	KG	3	Compra	4	600	2000	5	TOTAL	16	11 i 13	2	10	2			99
BMM008	Bobina Mantelera Manzoni Nº8	PAPER	KG	2	Compra	4	600	2000	5	TOTAL	16	11 i 13	2	9	2			86
BMM009	Bobina Mantelera Manzoni Nº9	PAPER	KG	2	Compra	4	600	2000	5	TOTAL	16	11 i 13	2	10	2			97
BMM010	Bobina Mantelera Manzoni Nº10	PAPER	KG	1	Compra	4	600	2000	5	TOTAL	16	11 i 13	2	14	2			170
BMM011	Bobina Mantelera Manzoni Nº11	PAPER	KG	3	Compra	4	400	2000	7	TOTAL	16	11 i 13	1	12	1			156
BMM012	Bobina Mantelera Manzoni Nº12	PAPER	KG	2	Compra	4	450	2000	6	TOTAL	16	11 i 13	2	10	2			144
BMM013	Bobina Mantelera Manzoni Nº13	PAPER	KG	1	Compra	4	600	2000	5	TOTAL	16	11 i 13	2	10	2			141
BP001	Bobina Pernini Nº1	PAPER	KG	44	Compra	3	700	2000	2	TOTAL	4	11 i 13	69	3	69			2
BP002	Bobina Pernini Nº2	PAPER	KG	3	Compra	2	700	2000	2	TOTAL	4	11 i 13	8	10	8			130
BT001	Bobina Toallera Nº1	PAPER	KG	1	Compra	4	600	2000	4	TOTAL	12	11 i 13	3	14	3			174
BT002	Bobina Toallera Nº2	PAPER	KG	2	Compra	4	600	2000	4	TOTAL	12	11 i 13	3	9	3			89
BT003	Bobina Toallera Nº3	PAPER	KG	1	Compra	4	600	2000	4	TOTAL	12	11 i 13	3	10	3			126
BT004	Bobina Toallera Nº4	PAPER	KG	1	Compra	4	600	2000	4	TOTAL	12	11 i 13	3	10	3			142
BT005	Bobina Toallera Nº5	PAPER	KG	1	Compra	4	750	2000	4	TOTAL	12	11 i 13	2	12	2			172
BT006	Bobina Toallera Nº6	PAPER	KG	1	Compra	4	750	2000	4	TOTAL	16	11 i 13	2	14	2			163
BT007	Bobina Toallera Nº7	PAPER	KG	1	Compra	3	700	2000	2	TOTAL	12	11 i 13	4	10	4			143
BT008	Bobina Toallera Nº8	PAPER	KG	10	Compra	2	700	2000	2	TOTAL	12	11 i 13	6	5	6			25
BT009	Bobina Toallera Nº9	PAPER	KG	1	Compra	4	700	2000	2	TOTAL	12	11 i 13	4	12	4			168
BT010	Bobina Toallera Nº10	PAPER	KG	1	Compra	2	700	2000	2	TOTAL	12	11 i 13	4	12	4			155
BT011	Bobina Toallera Nº11	PAPER	KG	1	Compra	4	700	2000	2	TOTAL	12	11 i 13	4	14	4			173
BT012	Bobina Toallera Nº12	PAPER	KG	1	Compra	4	750	2000	4	TOTAL	12	11 i 13	2	10	2			138
EMB001	Planxa plàstic 1200x1400	PLÀSTIC EMBALATGE	KG	1246	Compra	5	1000	1000	1	TOTAL	9		2	13	2			154
EMB002	Film retràctil microperforat 1070mm	PLÀSTIC EMBALATGE	KG	687	Compra	2	500	2000	2	TOTAL	6		3	3	3			90
EMB003	Film estirable 500mm	PLÀSTIC EMBALATGE	KG	1392	Compra	2	400	2000	2	TOTAL	9		4	9	4			91
EMB004	Film retràctil microperforat 960mm	PLÀSTIC EMBALATGE	KG	713	Compra	2	500	2000	2	TOTAL	6		3	3	3			75
EMB005	Planxa cartró 600x1000	PLÀSTIC EMBALATGE	KG	943	Compra	2	280	1000	2	TOTAL	7	11	3	3	3			50
EMB006	Planxa cartró 750x1150	PLÀSTIC EMBALATGE	KG	1210	Compra	2	280	1000	2	TOTAL	7	11	4	3	4			22
EMB007	Film retràctil microperforat 1170mm	PLÀSTIC EMBALATGE	KG	209	Compra	2	500	2000	2	TOTAL	6		3	10	3			131
EMB008	Làmina ensacadora 2300mm	PLÀSTIC EMBALATGE	KG	42	Compra	2	600	1500	2	TOTAL	8		2	9	2			124
EMB009	Làmina ensacadora 2100mm	PLÀSTIC EMBALATGE	KG	16	Compra	2	600	1500	2	TOTAL	8		2	13	2			152
EMB010	Làmina ensacadora 1900mm	PLÀSTIC EMBALATGE	KG	35	Compra	2	600	1500	2	TOTAL	8		2	3	2			106
EMB011	Film retràctil microperforat 600mm	PLÀSTIC EMBALATGE	KG	51	Compra	2	500	1200	2	TOTAL	14		2	13	2			150
LAM001	Làmina Nº1	PLÀSTICS IMPRESOS (LÀMINES)	KG	1	Compra	6	300	300	1	PARCIAL	4		2	9	2			117
LAM002	Làmina Nº2	PLÀSTICS IMPRESOS (LÀMINES)	KG	3	Compra	6	300	300	1	PARCIAL	4		2	6	2			58

Annexos

CODI	DESCRIPCIÓ	FAMÍLIA	UNITAT	Nº REFERENC IES EN QUE S'UTILITZ A	OBTENCIÓ	TEMPS D'APROVISI ONAMENT (SETMANES)	UNITAT/ PALET	COMPRA MÍNIMA (Q _{min})	PISOS MÀXIM APILABLE	TIPO CONSUM	ZONA CONSUM	ZONA NO UBICABLE	M² STOCK MÀXIM	ZONA EMMAGATZ EMATGE 1	QUANTITAT ZONA 1 (M³)	ZONA EMMAGATZ EMATGE 2	QUANTITAT ZONA 2 (M³)	POSICIÓ DEL Nº DE DESPLAÇA MENTS
LAM003	Làmina N°3	PLÀSTICS IMPRESOS (LÀMINES)	KG	3	Compra	6	300	300	1	PARCIAL	4		1	13	1			146
LAM004	Làmina N°4	PLÀSTICS IMPRESOS (LÀMINES)	KG	1	Compra	6	300	300	1	PARCIAL	4		2	9	2			115
LAM005	Làmina N°5	PLÀSTICS IMPRESOS (LÀMINES)	KG	8	Compra	6	300	300	1	PARCIAL	4		2	11	2			72
LAM006	Làmina N°6	PLÀSTICS IMPRESOS (LÀMINES)	KG	1	Compra	6	300	300	1	PARCIAL	4		2	11	2			78
LAM007	Làmina N°7	PLÀSTICS IMPRESOS (LÀMINES)	KG	1	Compra	6	300	300	1	PARCIAL	4		2	9	2			121
LAM008	Làmina N°8	PLÀSTICS IMPRESOS (LÀMINES)	KG	2	Compra	6	300	300	1	PARCIAL	4		2	11	2			74
LAM009	Làmina N°9	PLÀSTICS IMPRESOS (LÀMINES)	KG	1	Compra	6	300	300	1	PARCIAL	4		2	6	2			59
LAM010	Làmina N°10	PLÀSTICS IMPRESOS (LÀMINES)	KG	1	Compra	6	300	300	1	PARCIAL	4		2	11	2			66
LAM011	Làmina N°11	PLÀSTICS IMPRESOS (LÀMINES)	KG	1	Compra	6	300	300	1	PARCIAL	4		5	9	5			120
LAM012	Làmina N°12	PLÀSTICS IMPRESOS (LÀMINES)	KG	1	Compra	6	300	300	1	PARCIAL	4		2	9	2			109
LAM013	Làmina N°13	PLÀSTICS IMPRESOS (LÀMINES)	KG	1	Compra	6	300	300	1	PARCIAL	4		2	11	2			80
LAM014	Làmina N°14	PLÀSTICS IMPRESOS (LÀMINES)	KG	1	Compra	6	300	300	1	PARCIAL	4		7	9	7			93
LAM015	Làmina N°15	PLÀSTICS IMPRESOS (LÀMINES)	KG	1	Compra	6	300	300	1	PARCIAL	4		2	9	2			116
LAM016	Làmina N°16	PLÀSTICS IMPRESOS (LÀMINES)	KG	1	Compra	6	300	300	1	PARCIAL	4		2	6	2			61
LAM017	Làmina N°17	PLÀSTICS IMPRESOS (LÀMINES)	KG	1	Compra	6	300	300	1	PARCIAL	4		2	11	2			76
LAM018	Làmina N°18	PLÀSTICS IMPRESOS (LÀMINES)	KG	1	Compra	6	300	300	1	PARCIAL	4		2	6	2			64
LAM019	Làmina N°19	PLÀSTICS IMPRESOS (LÀMINES)	KG	3	Compra	6	300	300	1	PARCIAL	4		2	11	2			40
LAM020	Làmina N°20	PLÀSTICS IMPRESOS (LÀMINES)	KG	2	Compra	6	300	300	1	PARCIAL	4		2	11	2			65
LAM021	Làmina N°21	PLÀSTICS IMPRESOS (LÀMINES)	KG	5	Compra	6	300	300	1	PARCIAL	4		2	5	2			56
LAM022	Làmina N°22	PLÀSTICS IMPRESOS (LÀMINES)	KG	1	Compra	6	300	300	1	PARCIAL	4		2	9	2			122
LAM023	Làmina N°23	PLÀSTICS IMPRESOS (LÀMINES)	KG	2	Compra	6	300	300	1	PARCIAL	4		3	5	3			55
LAM024	Làmina N°24	PLÀSTICS IMPRESOS (LÀMINES)	KG	2	Compra	6	300	300	1	PARCIAL	4		2	5	2			57
LAM025	Làmina N°25	PLÀSTICS IMPRESOS (LÀMINES)	KG	3	Compra	6	300	300	1	PARCIAL	4		2	5	2			54
LAM026	Làmina N°26	PLÀSTICS IMPRESOS (LÀMINES)	KG	2	Compra	6	300	300	1	PARCIAL	4		2	11	2			69
LAM027	Làmina N°27	PLÀSTICS IMPRESOS (LÀMINES)	KG	2	Compra	6	300	300	1	PARCIAL	4		2	11	2			68
LAM028	Làmina N°28	PLÀSTICS IMPRESOS (LÀMINES)	KG	1	Compra	6	300	300	1	PARCIAL	4		2	6	2			60
LAM029	Làmina N°29	PLÀSTICS IMPRESOS (LÀMINES)	KG	1	Compra	6	300	300	1	PARCIAL	4		2	6	2			63
LAM030	Làmina N°30	PLÀSTICS IMPRESOS (LÀMINES)	KG	1	Compra	6	300	300	1	PARCIAL	4		2	6	2			62
LAM031	Làmina N°31	PLÀSTICS IMPRESOS (LÀMINES)	KG	1	Compra	6	300	300	1	PARCIAL	4		1	13	1			145
LAM032	Làmina N°32	PLÀSTICS IMPRESOS (LÀMINES)	KG	1	Compra	6	300	300	1	PARCIAL	4		2	11	2			73
LAM033	Làmina N°33	PLÀSTICS IMPRESOS (LÀMINES)	KG	1	Compra	6	300	300	1	PARCIAL	4		2	11	2			79
LAM034	Làmina N°34	PLÀSTICS IMPRESOS (LÀMINES)	KG	6	Compra	6	300	300	1	PARCIAL	4		2	6	2			52
LAM035	Làmina N°35	PLÀSTICS IMPRESOS (LÀMINES)	KG	1	Compra	6	300	300	1	PARCIAL	4		2	9	2			114
LAM036	Làmina N°36	PLÀSTICS IMPRESOS (LÀMINES)	KG	1	Compra	6	300	300	1	PARCIAL	4		2	11	2			77
TNT001	Tinta Negra	TINTA	KG	17	Compra	2	100	40	1	PARCIAL	16		1	7	1			31
TNT002	Tinta Bordeus	TINTA	KG	8	Compra	2	100	40	1	PARCIAL	16		1	7	1			36
TNT003	Tinta Blava N°1	TINTA	KG	16	Compra	2	100	40	1	PARCIAL	16		1	7	1			37
TNT004	Tinta Verda	TINTA	KG	16	Compra	2	100	40	1	PARCIAL	16		1	7	1			35
TNT005	Tinta Marrón	TINTA	KG	7	Compra	2	100	40	1	PARCIAL	16		1	7	1			32
TNT007	Tinta Vermella	TINTA	KG	17	Compra	2	100	40	1	PARCIAL	16		1	7	1			34
TNT008	Tinta Blava N°2	TINTA	KG	9	Compra	2	100	40	1	PARCIAL	16		1	7	1			33
TNT009	Tinta Daurada metàl·lica	TINTA	KG	3	Compra	2	100	40	1	PARCIAL	16		1	7	1			39
MAN001	Tub amb pretall Ø72 x 2640mm	TUBS	UD	507	Fabricació	1	150	2000	3	PARCIAL	2 11 i 13		15	1	15			1
MAN002	Tub sense pretall Ø45 x 2640mm	TUBS	UD	250	Fabricació	1	300	2000	3	PARCIAL	2 11 i 13		5	2	5			7
MAN003	Tub amb pretall Ø76 x 2640mm	TUBS	UD	13	Fabricació	1	125	2000	3	PARCIAL	2 11 i 13		6	4	6			27
MAN004	Tub sense pretall Ø60 x 2640mm	TUBS	UD	114	Fabricació	1	200	2000	3	PARCIAL	2 11 i 13		5	2	5			13
MAN005	Tub sense pretall Ø76 x 2640mm	TUBS	UD	18	Fabricació	1	125	2000	3	PARCIAL	2 11 i 13		6	4	6			28
MAN006	Tub amb pretall Ø45 x 2640mm	TUBS	UD	41	Compra	3	300	1200	3	PARCIAL	2 11 i 13		3	3	3			23
MAN007	Tub sense pretall Ø30 x 2640mm	TUBS	UD	14	Compra	3	350	1400	3	PARCIAL	2 11 i 13		2	4	2			49
MAN008	Tub sense pretall Ø40 x 2640mm	TUBS	UD	8	Fabricació	1	300	2000	3	PARCIAL	2 11 i 13		3	4	3			29
MAN009	Tub sense pretall Ø90 x 2640mm	TUBS	UD	3	Compra	3	100	400	3	PARCIAL	2 11 i 13		2	4	2			30



Annex B – MRP

En aquest Annex es mostra varis exemple de resolucions del sistema MRP aplicat al apartat 8 per determinar les necessitats de materials. No s'inclouen totes les referències degut a l'extensió que representa i entenent que es mostrin diferents categories amb diferents condicions d'aprovisionament.

FAMÍLIA	CODI	SS	Qmin	Ts	STOCK INICIAL	TIPO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
PAPER	BE001	0,15	5000	4	142	NB	30	26	32	31	27	30	26	24	33	12	21	18	35	30
						DS	112	86	54	24	4.996	4.967	4.941	4.917	4.885	4.873	4.852	4.834	4.799	4.769
						NN	-	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
						EP	-	-	-	-	5.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
						SP	5.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PAPER	BE002	0,15	5000	4	2.216	NB	-	-	554	-	554	-	554	-	554	-	554	-	443	111
						DS	2.216	2.216	1.662	1.662	1.108	1.108	554	554	5.000	5.000	4.446	4.446	4.003	3.892
						NN	-	-	-	-	-	-	-	-	83	-	-	-	-	-
						EP	-	-	-	-	-	-	-	-	5.000	-	-	-	-	-
						SP	-	-	-	-	5.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PAPER	BE003	0,15	5000	4	922	NB	230	-	-	-	230	-	-	-	-	-	-	-	230	-
						DS	691	691	691	691	461	461	461	461	461	461	461	461	230	230
						NN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
						EP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
						SP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.000	-	-
PAPER	BE004	0,15	5000	4	5.163	NB	860	-	860	860	-	860	172	-	888	430	860	430	860	-
						DS	4.302	4.302	3.442	2.581	1.721	1.721	860	688	5.000	4.570	3.709	3.279	2.419	2.419
						NN	-	-	-	-	-	-	-	-	103	-	-	-	-	-
						EP	-	-	-	-	-	-	-	-	5.000	-	-	-	-	-
						SP	-	-	-	-	5.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PAPER	BE005	0,15	5000	3	12.415	NB	2.018	1.115	2.018	2.018	2.018	2	2.018	1.518	1.615	1.010	2.019	1.011	2.015	1.115
						DS	10.397	9.282	7.264	5.246	3.228	3.226	1.208	4.690	3.075	2.065	5.046	4.035	2.019	904
						NN	-	-	-	-	-	-	-	-	538	-	257	-	-	-
						EP	-	-	-	-	-	-	-	5.000	-	-	5.000	-	-	-
						SP	-	-	-	-	-	-	-	5.000	-	-	-	5.000	-	-
PAPER	BE006	0,15	5000	4	4.291	NB	715	-	715	715	715	-	715	143	572	358	715	358	715	-
						DS	3.576	3.576	2.860	2.145	1.430	1.430	715	572	5.000	4.642	3.927	3.570	2.855	2.855
						NN	-	-	-	-	-	-	-	-	86	-	-	-	-	-
						EP	-	-	-	-	-	-	-	-	5.000	-	-	-	-	-
						SP	-	-	-	-	5.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PAPER	BE007	0,15	5000	3	23.405	NB	5.256	165	5.256	5.256	5.297	124	5.256	1.183	4.238	2.711	5.339	2.793	5.091	165
						DS	18.149	17.984	12.728	7.472	2.175	2.051	1.795	612	1.374	3.663	3.325	532	764	599
						NN	-	-	-	-	-	-	3.993	-	4.262	1.743	2.476	-	5.323	-
						EP	-	-	-	-	-	-	5.000	-	5.000	5.000	5.000	-	5.323	-
						SP	-	-	-	5.000	-	5.000	5.000	5.000	-	5.323	-	5.446	-	5.421
PAPER	BE008	0,15	5000	2	11.331	NB	3.777	3.777	3.777	3.790	2.266	3.777	1.524	-	5.666	3.777	1.902	1.889	1.889	3.777
						DS	7.554	3.777	5.000	1.210	3.943	5.166	3.642	3.642	2.977	4.200	2.298	409	3.521	4.744
						NN	-	-	567	-	1.396	400	-	-	2.873	1.367	-	-	1.762	823
						EP	-	-	5.000	-	5.000	5.000	-	-	5.000	5.000	-	-	5.000	5.000
						SP	5.000	-	5.000	5.000	-	-	5.000	5.000	-	-	5.000	5.000	-	-
PAPER	BE009	0,15	5000	4	10.084	NB	2.141	1.783	1.892	2.185	1.682	1.902	1.878	1.202	2.521	1.171	1.256	1.167	1.821	1.893
						DS	7.943	6.161	4.269	2.084	402	3.500	1.621	419	2.898	1.727	472	4.305	2.483	590
						NN	-	-	-	-	-	1.786	-	-	2.480	-	-	870	-	-
						EP	-	-	-	-	-	5.000	-	-	5.000	-	-	5.000	-	-
						SP	-	5.000	-	-	5.000	-	-	5.000	-	-	5.000	-	5.000	-

Annexos

FAMÍLIA	CODI	SS	Qmin	Ts	STOCK INICIAL	TIPO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
PAPER	BE012	0,15	5000	4	18.028	NB	3.052	2.602	3.353	3.203	3.033	3.052	3.024	3.005	3.076	799	2.277	1.977	4.080	3.052
						DS	14.976	12.374	9.021	5.818	2.785	4.733	1.709	3.704	628	4.829	2.552	575	1.495	3.442
						NN	-	-	-	-	-	725	-	1.747	-	291	-	-	4.118	2.016
						EP	-	-	-	-	-	5.000	-	5.000	-	5.000	-	-	5.000	5.000
						SP	-	5.000	-	5.000	-	5.000	-	-	5.000	5.000	5.000	-	5.000	-
PAPER	BE013	0,15	5000	2	11.793	NB	4.649	4.018	4.809	4.757	4.446	4.664	4.351	4.148	4.764	1.959	3.445	3.011	5.479	4.498
						DS	7.144	3.126	3.317	3.560	4.113	4.450	5.099	950	1.186	4.228	783	2.771	2.292	2.795
						NN	-	-	2.404	2.154	1.553	1.250	554	-	4.528	1.066	-	2.680	3.530	2.880
						EP	-	-	5.000	5.000	5.000	5.000	-	5.000	-	5.000	-	5.000	5.000	5.000
						SP	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	-	5.000	5.000	-	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000
PAPER	BE014	0,15	5000	2	1.042	NB	378	335	407	392	378	406	371	374	371	173	297	269	478	378
						DS	664	329	4.922	4.530	4.151	3.746	3.374	3.001	2.630	2.457	2.159	1.890	1.412	1.034
						NN	-	-	139	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
						EP	-	-	5.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
						SP	5.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PAPER	BE015	0,15	5000	2	2.194	NB	-	-	1.097	-	1.097	-	1.097	-	1.097	-	1.097	-	878	219
						DS	2.194	2.194	1.097	1.097	5.000	5.000	3.903	3.903	2.806	2.806	1.708	1.708	831	611
						NN	-	-	-	-	165	-	-	-	-	-	-	-	-	-
						EP	-	-	-	-	5.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
						SP	-	-	5.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.000
PAPER	BE016	0,15	5000	4	100	NB	-	-	25	-	25	-	25	-	25	-	25	-	20	5
						DS	100	100	75	75	50	50	25	25	5.000	5.000	4.975	4.975	4.955	4.950
						NN	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-
						EP	-	-	-	-	-	-	-	-	5.000	-	-	-	-	-
						SP	-	-	-	-	5.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PAPER	BI001	0,15	5000	4	45	NB	8	8	8	8	9	6	8	8	8	8	11	11	-	8
						DS	38	30	23	15	6	5.000	4.992	4.985	4.977	4.970	4.958	4.947	4.947	4.940
						NN	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
						EP	-	-	-	-	-	5.000	-	-	-	-	-	-	-	-
						SP	-	5.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PAPER	BI002	0,15	5000	3	95.937	NB	21.361	21.253	21.361	21.361	26.670	15.950	21.360	21.274	21.338	21.309	31.977	31.923	125	21.253
						DS	74.576	53.323	31.962	10.601	4.000	2.392	3.204	3.191	3.201	3.196	4.797	4.789	4.664	3.188
						NN	-	-	-	-	20.069	14.341	22.171	21.261	21.348	21.304	33.577	31.915	-	19.778
						EP	-	-	-	-	20.069	14.341	22.171	21.261	21.348	21.304	33.577	31.915	-	19.778
						SP	-	20.069	14.341	22.171	21.261	21.348	21.304	33.577	31.915	-	19.778	21.377	21.237	21.377
PAPER	BI003	0,15	5000	2	55.696	NB	23.776	21.637	20.567	23.776	21.637	26.737	23.303	19.539	23.303	22.624	18.510	18.510	20.567	21.423
						DS	31.920	10.284	3.085	3.566	3.245	4.011	3.495	2.931	3.495	3.394	2.777	2.777	3.085	3.213
						NN	-	-	13.369	24.257	21.316	27.502	22.788	18.974	23.868	22.522	17.893	18.510	20.876	21.551
						EP	-	-	13.369	24.257	21.316	27.502	22.788	18.974	23.868	22.522	17.893	18.510	20.876	21.551
						SP	13.369	24.257	21.316	27.502	22.788	18.974	23.868	22.522	17.893	18.510	20.876	21.551	24.375	20.054
PAPER	BI004	0,15	5000	4	224	NB	43	43	43	43	43	56	40	41	40	47	39	39	43	43
						DS	181	138	95	52	9	4.953	4.913	4.872	4.832	4.785	4.746	4.707	4.664	4.621
						NN	-	-	-	-	-	56	-	-	-	-	-	-	-	-
						EP	-	-	-	-	-	5.000	-	-	-	-	-	-	-	-
						SP	-	5.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PAPER	BI005	0,15	5000	4	5.992	NB	1.261	759	570	1.271	787	644	1.474	535	1.474	439	472	453	594	763
						DS	4.731	3.972	3.402	2.132	1.344	700	4.226	3.691	2.216	1.777	1.306	853	259	4.496
						NN	-	-	-	-	-	-	995	-	-	-	-	-	-	618
						EP	-	-	-	-	-	-	5.000	-	-	-	-	-	-	5.000
						SP	-	-	5.000	-	-	-	-	-	-	5.000	-	-	-	-
PAPER	BI006	0,15	5000	2	3.089	NB	-	1.544	-	-	-	1.544	-	-	-	1.544	-	-	-	1.544
						DS	3.089	1.544	1.544	1.544	1.544	5.000	5.000	5.000	5.000	3.456	3.456	3.456	3.456	1.911
						NN	-	-	-	-	-	232	-	-	-	-	-	-	-	-
						EP	-	-	-	-	-	5.000	-	-	-	-	-	-	-	-
						SP	-	-	-	5.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



ANÀLISI I PROPOSTA DE MILLORES PELS SUBSISTEMES LOGÍSTICS EN UNA FÀBRICA PAPERERA DE CONVERTING

FAMÍLIA	CODI	SS	Qmin	Ts	STOCK INICIAL	TIPO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
CAIXES	CMT008	0,15	360	3	197	NB	-	66	-	66	-	66	-	66	-	66	-	66	-	66
						DS	197	131	131	66	66	360	360	294	229	229	163	163	98	
						NN	-	-	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	
						EP	-	-	-	-	-	360	-	-	-	-	-	-	-	
						SP	-	-	360	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
CAIXES	CMT009	0,15	360	3	197	NB	-	66	-	66	-	66	-	66	-	66	-	66	-	66
						DS	197	131	131	66	66	360	360	294	294	229	229	163	163	98
						NN	-	-	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	
						EP	-	-	-	-	-	360	-	-	-	-	-	-	-	
						SP	-	-	360	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
CAIXES	CMT010	0,15	480	3	3.086	NB	1.029	89	1.029	89	1.029	89	1.029	89	1.029	89	1.029	593	503	89
						DS	2.057	1.968	939	850	301	212	154	65	154	65	154	89	75	466
						NN	-	-	-	-	333	-	971	-	1.118	-	1.118	527	490	27
						EP	-	-	-	-	480	-	971	-	1.118	-	1.118	527	490	480
						SP	-	-	360	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CAIXES	CMT011	0,15	480	3	50	NB	-	17	-	17	-	17	-	17	-	17	-	17	-	17
						DS	50	33	33	17	17	480	480	463	463	447	447	430	430	414
						NN	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	
						EP	-	-	-	-	-	480	-	-	-	-	-	-	-	
						SP	-	-	480	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
CAIXES	CMT012	0,15	240	3	383	NB	128	128	87	-	128	-	128	64	128	87	128	-	128	128
						DS	255	128	41	41	153	153	26	201	74	227	99	99	212	84
						NN	-	-	-	-	106	-	-	48	-	26	-	-	47	-
						EP	-	-	-	-	240	-	-	240	-	240	-	-	240	-
						SP	-	240	-	-	240	-	240	-	-	240	-	240	-	240
CAIXES	CMT013	0,15	240	3	23	NB	8	8	5	-	8	-	8	4	8	5	8	-	8	8
						DS	15	8	2	2	235	235	227	223	216	211	203	203	196	188
						NN	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	
						EP	-	-	-	-	240	-	-	-	-	-	-	-	-	
						SP	-	240	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
CAIXES	CMT014	0,15	240	3	451	NB	150	150	102	-	150	-	150	76	150	102	150	-	150	150
						DS	301	150	48	48	138	138	227	152	241	139	229	229	78	168
						NN	-	-	-	-	125	-	35	-	21	-	34	-	95	
						EP	-	-	-	-	240	-	240	-	240	-	240	-	240	
						SP	-	240	-	240	-	240	-	240	-	-	240	240	-	240
CAIXES	CMT015	0,15	240	3	167	NB	-	-	56	-	-	-	-	-	-	56	-	-	-	-
						DS	167	167	112	112	112	112	112	112	112	56	56	56	56	56
						NN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
						EP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
						SP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
COLES	COL001	0,15	1000	2	985	NB	205	400	321	489	304	464	313	392	318	478	310	475	442	402
						DS	780	380	59	570	266	802	489	97	779	301	991	515	73	672
						NN	-	-	-	503	-	268	-	269	-	56	-	-	389	
						EP	-	-	-	1.000	-	1.000	-	-	1.000	-	1.000	-	-	1.000
						SP	-	1.000	-	1.000	-	-	1.000	-	1.000	-	-	1.000	-	1.000
COLES	COL002	0,15	1000	2	724	NB	182	307	255	362	239	348	236	316	240	342	252	348	305	308
						DS	542	235	980	618	379	1.032	796	480	240	898	646	298	993	685
						NN	-	-	58	-	-	20	-	-	-	153	-	-	52	-
						EP	-	-	1.000	-	-	1.000	-	-	-	1.000	-	-	1.000	-
						SP	1.000	-	-	1.000	-	-	-	1.000	-	-	1.000	-	-	-
COLES	COL003	0,15	1000	2	489	NB	100	205	145	244	132	234	137	208	139	228	147	236	207	205
						DS	389	184	39	795	662	428	291	84	944	716	569	334	126	922
						NN	-	-	-	242	-	-	-	-	77	-	-	-	109	
						EP	-	-	-	1.000	-	-	-	-	1.000	-	-	-	1.000	
						SP	-	1.000	-	-	-	-	1.000	-	-	-	1.000	-	-	



Annexos

FAMÍLIA	CODI	SS	Qmin	Ts	STOCK INICIAL	TIPO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
CARTRÓ CUIR	CTU001	0,15	14000	4	12.597	NB	974	2.093	1.823	2.710	1.725	2.394	1.788	2.081	1.791	2.819	1.708	2.800	2.560	2.098
						DS	11.623	9.530	7.707	4.997	3.273	878	13.091	11.010	9.219	6.400	4.692	1.893	13.332	11.234
						NN	-	-	-	-	-	-	1.177	-	-	-	-	-	1.052	-
						EP	-	-	-	-	-	-	14.000	-	-	-	-	-	14.000	-
						SP	-	-	14.000	-	-	-	-	-	14.000	-	-	-	-	-
CARTRÓ CUIR	CTU002	0,15	14000	4	32.135	NB	4.476	6.255	5.876	7.590	5.717	7.232	5.725	6.053	5.805	7.641	5.491	7.446	6.919	6.324
						DS	27.659	21.403	15.527	7.937	2.220	8.988	3.263	11.209	5.405	11.764	6.273	12.827	5.908	13.584
						NN	-	-	-	-	-	6.097	-	3.699	-	3.382	-	2.290	-	1.364
						EP	-	-	-	-	-	14.000	-	14.000	-	14.000	-	14.000	-	14.000
						SP	-	14.000	-	14.000	-	14.000	-	14.000	-	14.000	-	-	14.000	-
CARTRÓ CUIR	CTU003	0,15	14000	4	4.922	NB	1.035	985	1.005	1.042	986	1.230	960	900	1.015	966	851	837	1.014	1.002
						DS	3.886	2.902	1.897	855	13.869	12.639	11.679	10.778	9.763	8.797	7.946	7.109	6.096	5.093
						NN	-	-	-	-	279	-	-	-	-	-	-	-	-	-
						EP	-	-	-	-	14.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
						SP	14.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PLÀSTIC EMBALATGE	EMB001	0,15	1000	5	346	NB	62	61	55	61	58	59	53	58	54	61	54	61	53	61
						DS	284	223	168	106	49	990	936	878	824	763	708	648	595	534
						NN	-	-	-	-	-	19	-	-	-	-	-	-	-	-
						EP	-	-	-	-	-	1.000	-	-	-	-	-	-	-	-
						SP	1.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PLÀSTIC EMBALATGE	EMB002	0,15	2000	2	1.022	NB	447	420	457	439	475	432	468	371	467	400	381	398	358	442
						DS	576	156	1.698	1.260	785	354	1.885	1.514	1.047	647	265	1.867	1.509	1.067
						NN	-	-	370	-	-	-	185	-	-	-	-	192	-	-
						EP	-	-	2.000	-	-	-	2.000	-	-	-	-	2.000	-	-
						SP	2.000	-	-	-	2.000	-	-	-	-	2.000	-	-	-	-
PLÀSTIC EMBALATGE	EMB003	0,15	2000	2	792	NB	285	388	316	396	309	378	305	365	315	367	326	367	317	380
						DS	507	119	1.803	1.407	1.098	720	415	2.050	1.735	1.368	1.041	674	357	1.977
						NN	-	-	244	-	-	-	-	5	-	-	-	-	80	-
						EP	-	-	2.000	-	-	-	-	2.000	-	-	-	-	-	2.000
						SP	2.000	-	-	-	-	2.000	-	-	-	-	-	2.000	-	-
PLÀSTIC EMBALATGE	EMB004	0,15	2000	2	1.538	NB	673	606	726	668	662	726	631	643	655	634	604	563	586	634
						DS	864	258	1.532	864	202	1.476	845	202	1.547	912	308	1.745	1.159	526
						NN	-	-	577	-	-	633	-	-	552	-	-	339	-	-
						EP	-	-	2.000	-	-	2.000	-	-	2.000	-	-	2.000	-	-
						SP	2.000	-	-	2.000	-	-	2.000	-	-	2.000	-	-	2.000	-
PLÀSTIC EMBALATGE	EMB005	0,15	1000	2	921	NB	455	367	432	372	442	374	403	373	393	375	440	372	320	379
						DS	465	99	667	295	852	478	75	703	310	935	495	123	803	424
						NN	-	-	398	-	214	-	-	353	-	122	-	-	245	-
						EP	-	-	1.000	-	1.000	-	-	1.000	-	1.000	-	-	1.000	-
						SP	1.000	-	1.000	-	-	1.000	-	1.000	-	-	1.000	-	1.000	-
PLÀSTIC EMBALATGE	EMB006	0,15	1000	2	1.481	NB	555	705	624	724	625	699	614	669	623	714	610	689	641	714
						DS	926	221	597	873	248	549	934	266	643	928	318	630	989	275
						NN	-	-	496	235	-	556	158	-	451	179	-	474	107	-
						EP	-	-	1.000	1.000	-	1.000	1.000	-	1.000	1.000	-	1.000	1.000	-
						SP	1.000	1.000	-	1.000	1.000	-	1.000	1.000	-	1.000	1.000	-	1.000	1.000
PLÀSTIC EMBALATGE	EMB007	0,15	2000	2	400	NB	136	128	145	136	168	105	136	129	135	132	200	199	16	127
						DS	264	135	1.990	1.854	1.685	1.580	1.444	1.314	1.180	1.048	848	649	634	506
						NN	-	-	32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
						EP	-	-	2.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
						SP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PLÀSTIC EMBALATGE	EMB008	0,15	1500	2	1.290	NB	81	567	2	213	55	236	39	606	2	176	116	249	123	645
						DS	1.208	641	639	426	371	135	95	989	987	812	696	447	324	1.179
						NN	-	-	-	-	-	-	-	602	-	-	-	-	-	418
						EP	-	-	-	-	-	-	-	1.500	-	-	-	-	-	1.500
						SP	-	-	-	-	-	1.500	-	-	-	-	-	1.500	-	-



Annex C – Taula distàncies de les rutes de distribució interna

En aquest Annex es presenta la taula de les distàncies entre els diferents punts de la planta que s'ha utilitzat per determinar la ubicació de cada una de les matèries primes.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1		13,5	17,2	75,7	131,7	139,2	127,4	117,4	107,6	142,7	147,3	152,8	166,9	177,5	186,6	171,5	159,3	164,4	185,6	185,6	206,7	155,6
2	13,5		14,9	73,4	129,4	136,9	125,1	115,1	105,3	140,4	145	150,5	164,6	175,2	184,3	169,2	157	162,1	183,3	183,3	204,4	153,3
3	17,2	14,9		58,5	114,5	122	110,2	100,2	90,4	125,5	130,1	135,6	149,7	160,3	169,4	154,3	142,1	147,2	168,4	168,4	189,5	138,4
4	75,7	73,4	58,5		56	63,5	51,7	41,7	31,9	67	71,6	77,1	91,2	101,8	110,9	95,8	83,6	88,7	109,9	109,9	131	79,9
5	131,7	129,4	114,5	56		16,1	4,3	14,3	24,1	59,2	63,8	69,3	83,4	94	103,1	88	75,8	80,9	102,1	102,1	123,2	72,1
6	139,2	136,9	122	63,5	16,1		11,8	21,8	31,6	66,7	71,3	76,8	90,9	101,5	110,6	95,5	83,3	88,4	109,6	109,6	130,7	79,6
7	127,4	125,1	110,2	51,7	4,3	11,8		10	19,8	54,9	59,5	65	79,1	89,7	98,8	83,7	71,5	76,6	97,8	97,8	118,9	67,8
8	117,4	115,1	100,2	41,7	14,3	21,8	10		9,8	44,9	49,5	55	69,1	79,7	88,8	73,7	61,5	66,6	87,8	87,8	108,9	57,8
9	107,6	105,3	90,4	31,9	24,1	31,6	19,8	9,8		35,1	39,7	45,2	59,3	69,9	79	63,9	51,7	56,8	78	78	99,1	48
10	142,7	140,4	125,5	67	59,2	66,7	54,9	44,9	35,1		4,6	10,1	24,2	34,8	43,9	28,8	16,6	21,7	42,9	42,9	64	65,4
11	147,3	145	130,1	71,6	63,8	71,3	59,5	49,5	39,7	4,6		5,5	19,6	30,2	39,3	24,2	12	17,1	38,3	38,3	59,4	70
12	152,8	150,5	135,6	77,1	69,3	76,8	65	55	45,2	10,1	5,5		14,1	24,7	33,8	18,7	6,5	11,6	32,8	32,8	53,9	75,5
13	166,9	164,6	149,7	91,2	83,4	90,9	79,1	69,1	59,3	24,2	19,6	14,1		10,6	19,7	4,6	13,2	18,3	39,5	39,5	39,8	89,6
14	177,5	175,2	160,3	101,8	94	101,5	89,7	79,7	69,9	34,8	30,2	24,7	10,6		9,1	15,2	23,8	28,9	50,1	50,1	29,2	100,2
15	186,6	184,3	169,4	110,9	103,1	110,6	98,8	88,8	79	43,9	39,3	33,8	19,7	9,1		24,3	32,9	38	59,2	59,2	20,1	109,3
16	171,5	169,2	154,3	95,8	88	95,5	83,7	73,7	63,9	28,8	24,2	18,7	4,6	15,2	24,3		17,8	22,9	44,1	44,1	44,4	94,2
17	159,3	157	142,1	83,6	75,8	83,3	71,5	61,5	51,7	16,6	12	6,5	13,2	23,8	32,9	17,8		5,1	26,3	26,3	53	82
18	164,4	162,1	147,2	88,7	80,9	88,4	76,6	66,6	56,8	21,7	17,1	11,6	18,3	28,9	38	22,9	5,1		21,2	21,2	58,1	87,1
19	185,6	183,3	168,4	109,9	102,1	109,6	97,8	87,8	78	42,9	38,3	32,8	39,5	50,1	59,2	44,1	26,3	21,2		2	79,3	108,3
20	185,6	183,3	168,4	109,9	102,1	109,6	97,8	87,8	78	42,9	38,3	32,8	39,5	50,1	59,2	44,1	26,3	21,2	2		79,3	108,3
21	212	209,7	194,8	136,3	128,5	136	124,2	114,2	104,4	69,3	64,7	59,2	45,1	34,5	25,4	49,7	58,3	63,4	84,6	84,6		134,7
22	155,6	153,3	138,4	79,9	72,1	79,6	67,8	57,8	48	65,4	70	75,5	89,6	100,2	109,3	94,2	82	87,1	108,3	108,3	129,4	

Annex D – Necessitats de producció

En aquest Annex es mostra l'estructura de la taula de com s'ha realitzat l'organització dels cicles de producció del apartat 7, on es pot veure com es contemplava els torns i personal necessari per cada setmana en funció dels cicles que s'havien de realitzar, en relació al seu temps de producció.

Total hores any		29.890														
Total personal		16,61														
Personal																
TORN	Echo	1,9	1,4	1,5	1,4	1,4	1,5	1,4	1,8	1,5	1,4	1,4	1,5			
	Italconverting	1,7	2,2	1,7	1,7	2,7	1,8	1,7	2,2	1,7	1,7	2,2	1,7			
	Perini	1,2	2,1	1,3	2,1	1,3	1,7	1,7	0,5	2,2	2,2	1,0	2,0			
	Toallera Wally	0,8	0,7	0,6	0,5	0,5	0,8	0,7	0,7	0,2	0,4	0,7	0,6			
	Mantel-Cisatec	1,0	1,0	1,8	1,9	1,0	1,0	1,8	1,9	1,0	1,0	1,8	1,9			
	Mantel-Manzoni	1,0	0,9	0,4	1,0	0,5	1,2	1,0	0,5	1,0	0,7	0,6	1,0			
LINIA	SUBFAMILIA	Nº CICLES	SETMANA INICI	TEMPS PRODUCCIÓ CICLE (torns)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Echo	EBA	19	1,14	0,09	100%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%
Echo	EBI	52	1,00	0,33	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Echo	EBM	8	1,52	0,36	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
Echo	EBS	52	1,00	0,56	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Echo	ECV	4	13,00	0,26	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%
Echo	EHI	52	1,00	0,54	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Italconverting	IBA	52	1,00	0,10	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Italconverting	IBI	17	2,21	0,44	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%
Italconverting	IBM	6	5,74	0,35	0%	0%	0%	0%	76%	24%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Italconverting	IBS	52	1,00	0,95	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Italconverting	ICV	6	5,09	0,26	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Italconverting	IHI	52	1,00	0,68	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Mantel-Cisatec	MT030	22	1,00	2,48	42%	42%	42%	42%	42%	42%	42%	42%	42%	42%	42%	42%
Mantel-Cisatec	MT050	13	3,20	1,61	0%	0%	50%	50%	0%	0%	50%	50%	0%	0%	50%	50%
Mantel-Manzoni	MT060	1	8,00	0,12	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%				
Mantel-Manzoni	MT070	1	52,00	0,17	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Mantel-Manzoni	MT080	1	52,00	0,13	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Mantel-Manzoni	MT098	20	1,00	1,93	52%	48%	21%	52%	28%	41%	52%	17%	52%	38%	31%	52%
Mantel-Manzoni	MT110	1	40,00	0,12	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Mantel-Manzoni	MT120	4	6,36	0,44	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Perini	HD0485	7	4,27	0,51	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	60%	40%
Perini	HD0495	5	5,81	0,49	0%	0%	0%	0%	38%	62%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Perini	HD0685	13	1,50	1,10	46%	54%	0%	0%	46%	54%	0%	0%	46%	54%	0%	0%
Perini	HD0690	12	2,86	0,75	0%	18%	82%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	63%	37%
Perini	HD1285	18	1,27	1,50	49%	51%	0%	56%	44%	0%	64%	36%	100%	0%	0%	100%
Perini	HD1290	14	2,39	0,77	0%	79%	21%	0%	0%	100%	0%	0%	24%	76%	0%	0%
Perini	HD1295	8	3,51	1,20	0%	0%	41%	59%	0%	0%	0%	0%	0%	83%	17%	0%
Perini	HC	1	52,00	0,99	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Toallera Wally	TP10	6	5,06	0,45	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Toallera Wally	TP16	4	13,00	0,22	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Toallera Wally	TP20	11	2,44	0,75	0%	75%	25%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	15%	85%
Toallera Wally	TP23	22	1,19	0,94	87%	13%	48%	52%	9%	91%	0%	77%	23%	38%	62%	0%
Toallera Wally	TP24	2	19,44	1,86	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

Annex E – Gestió del inventari

En aquest Annex es mostra una part de la base de dades que s'ha utilitzat per determinar tot l'apartat 6 de gestió del inventari. Inclou les dades de la demanda (no es mostra la demanda per setmana) i els càlculs realitzats, les dades i especificacions dels productes necessàries pels posteriors càlculs i posteriorment totes les dades referents als costos junt amb els paràmetres que s'han fixat.

REFERENCIA	Demanda total	DADES DEMANDA						DADES PRODUCTE					
		A	33	C	209	OBS	624	CATEGORIA	TIPO	Línia producció	Fabricació/Compr a	Format palet	CAIXA?
		B	64	D	316								
		MITJANA (μ)	DESV.ESTAN D. (σ)	ERROR ESTANDAR	%ERROR	% Dentro de la distribución estandar	CONTAR SETMANES						
HD1218168CD	95.415	926,36	602,60	59,38	6,41%	67%	91%	A	HD	Perini	Fabricació	28	No
HD1215951BK	76.565	743,35	324,45	31,97	4,30%	75%	95%	A	HD	Perini	Fabricació	24	No
HD0636105CD	53.001	514,57	353,23	34,81	6,76%	69%	94%	A	HD	Perini	Fabricació	27	No
HD1236213	34.474	334,70	338,01	33,31	9,95%	83%	66%	A	HD	Perini	Fabricació	26	No
BS1984335FR	65.278	633,77	575,12	56,67	8,94%	74%	95%	A	BS	Italconverting	Fabricació	48	No
HC0218295	3.293	31,97	37,56	3,70	11,57%	83%	69%	B	HC	Perini	Fabricació	20	No
HD06304504BK	36.990	359,13	167,95	16,55	4,61%	77%	94%	A	HD	Perini	Fabricació	27	No
BM1984407A	51.968	504,54	697,81	68,76	13,63%	78%	58%	B	BA	Italconverting	Fabricació	55	No
HD1218168	33.158	321,92	191,52	18,87	5,86%	74%	96%	A	HD	Perini	Fabricació	28	No
BI2384628VS	11.880	115,34	374,58	36,91	32,00%	91%	9%	D	BI	Italconverting	Fabricació	40	No
HD1214205	22.778	221,15	220,08	21,68	9,81%	74%	87%	A	HD	Perini	Fabricació	28	No
HD1225349CD	22.366	217,15	167,61	16,52	7,61%	67%	88%	A	HD	Perini	Fabricació	28	No
HD1234506AB	27.366	265,69	368,58	36,32	13,67%	83%	45%	C	HD	Perini	Fabricació	26	No
HD0654292CD	17.160	166,60	193,06	19,02	11,42%	84%	76%	A	HD	Perini	Fabricació	36	No
HD0418180	13.884	134,80	180,49	17,78	13,19%	85%	72%	B	HD	Perini	Fabricació	28	No
MT30017417MK	16.686	162,00	156,03	15,37	9,49%	52%	71%	B	MT	Mantel-Cisatec	Fabricació	84	Sí
BS1983216CD	27.834	270,23	317,26	31,26	11,57%	83%	69%	A	BS	Italconverting	Fabricació	60	No
HD0636178	18.754	182,08	125,19	12,34	6,77%	62%	91%	A	HD	Perini	Fabricació	27	No
HD0415952BK	16.460	159,81	180,04	17,74	11,10%	82%	54%	B	HD	Perini	Fabricació	24	No
HD1213704EL	15.960	154,95	426,50	42,02	27,12%	86%	14%	D	HD	Perini	Fabricació	28	No
BS1982101JM	38.764	376,35	191,37	18,86	5,01%	68%	95%	A	BS	Italconverting	Fabricació	44	No
BS1983251CD	29.541	286,81	259,30	25,55	8,91%	68%	77%	A	BS	Italconverting	Fabricació	48	No
HI4584185	27.456	266,56	251,83	24,81	9,31%	87%	95%	A	HI	Italconverting	Fabricació	36	No
BI2384207DN	8.950	86,89	110,91	10,93	12,58%	83%	60%	A	BI	Italconverting	Fabricació	50	No
MT3015642MK	13.454	130,62	168,61	16,61	12,72%	83%	57%	B	MT	Mantel-Cisatec	Fabricació	84	Sí
BS1984206	23.830	231,36	256,31	25,25	10,92%	91%	84%	A	BS	Italconverting	Fabricació	48	No
HI4582088JM	29.630	287,67	203,23	20,02	6,96%	67%	92%	A	HI	Italconverting	Fabricació	48	No
BM1984374FR	7.180	69,71	81,13	7,99	11,47%	86%	79%	B	BM	Italconverting	Fabricació	60	No
BS1983263DN	23.031	223,60	235,73	23,23	10,39%	87%	70%	A	BS	Italconverting	Fabricació	48	No

CSL	
A	0,95
B	0,9
C	0,7

h		
Categoria	Caixa NO	Caixa SI
A	0,1	0,2
B	0,2	0,4
C	0,3	0,6
D	0,6	1,2
OBS	1	2

S per palet (COMPRA)	22,072
----------------------	--------

	CT	CM	CO	CI
A	3.872.247	3.810.428	37.072	24.747
B	2.170.243	2.107.694	32.349	30.201
C	3.179.176	3.078.784	44.736	55.656
D	1.804.530	1.759.964	19.242	25.323
OBS	489.007	476.184	3.158	9.665

TOTAL	11.515.202	11.233.054	136.557	145.592
-------	------------	------------	---------	---------

	CT	CM	CO	CI
Echo	2.024.741	1.994.823	12.332	17.586
Italconverting	4.705.517	4.655.633	12.616	37.268
Perini	2.748.099	2.681.731	28.773	37.595
Toallera Wally	256.960	235.508	6.323	15.129
Mantel-Cisatec	329.798	311.613	7.818	10.366
Mantel-Manzoni	434.359	409.703	11.425	13.230
Extern	1.015.728	944.042	57.269	14.417

TOTAL	11.515.202	11.233.054	136.557	145.592
-------	------------	------------	---------	---------

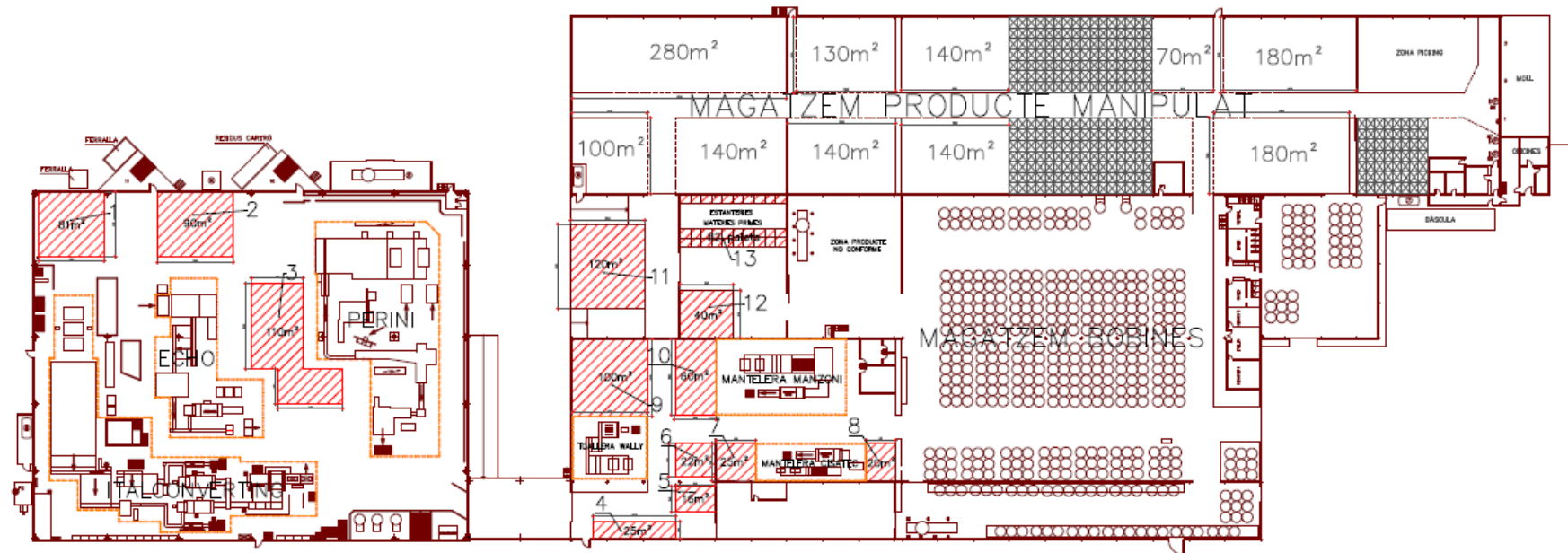
	nº Palets	nº Palets (amb caixa)
BS	458	0
BA	46	2
BM	43	0
BI	154	0
HI	317	1
HD	911	0
HC	77	0
CR	0	9
CV	0	31
MT	0	193
TP	0	66
SE	0	197
	2.006	499

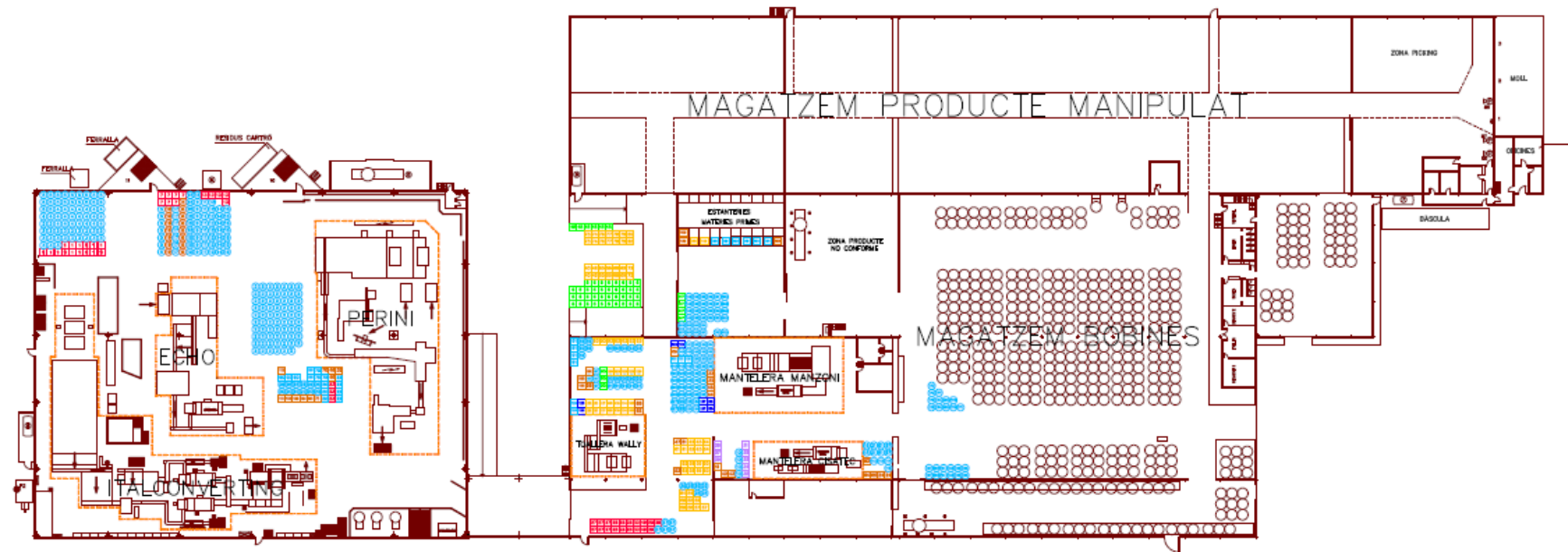
DADES COSTOS														TOTAL	11.515.202	11.233.054	136.557	145.592
REFERENCIA	TEMPS PRODUCCIÓ (MIN/PACK)	COST TEMPS FABRICACIÓ	COST MATERIAL (C)	SUBFAMILIA	Q	SS	D/Q	L	S	CM	CI	CO	CT	Stock mitjà (Q/2 + SS)	TEMPS PRODUCCIÓ CICLE (torns)	TEMPS PRODUCCIÓ ANUAL (torns)	Stock màxim	
HD1218168CD	0,55	1,29	6,44	HD1285	2.676	1.685	18	3	152,5	369.002	2.338	2.745	374.085	108	0,63	11	156	
HD1215951BK	0,55	1,30	6,88	HD1295	4.832	1.361	8	7	351,8	313.111	3.089	2.814	319.013	158	1,14	9	259	
HD0636105CD	0,61	1,43	9,03	HD0685	2.058	1.162	13	4	176,4	277.226	2.292	2.294	281.811	82	0,53	7	120	
HD1236213	0,61	1,43	10,59	HD1290	1.243	1.072	14	4	156,5	207.209	2.035	2.191	211.435	66	0,32	5	90	
BS1984335FR	0,24	0,47	4,61	IBS	634	946	52	1	2,2	165.964	642	113	166.719	27	0,07	3	33	
HC0218295	0,75	1,76	6,18	HC	1.662	347	1	52	1.293,3	13.077	1.872	1.293	16.242	59	0,53	1	101	
HD06304504BK	0,61	1,43	9,18	HD0690	1.556	575	12	4	205,0	196.222	1.436	2.460	200.118	51	0,40	5	79	
BM1984407A	0,26	0,50	5,78	IBA	505	894	52	1	17,4	163.126	1.440	904	165.469	21	0,06	3	26	
HD1218168	0,55	1,29	6,47	HD1285	930	535	18	3	53,0	128.725	777	954	130.456	36	0,22	4	53	
BI2384628VS	0,44	0,86	7,13	IBI	353	-	17	3	39,1	47.425	845	665	48.934	5	0,07	1	9	
HD1214205	0,53	1,25	5,29	HD1285	639	615	18	3	36,4	74.478	611	655	75.745	34	0,14	3	45	
HD1225349CD	0,58	1,36	8,38	HD1285	627	469	18	3	35,8	108.894	762	644	110.299	28	0,15	3	40	
HD1234506AB	0,59	1,39	10,67	HD1290	987	373	14	4	124,2	165.077	3.134	1.739	169.950	34	0,25	3	53	
HD0654292CD	0,55	1,28	9,72	HD0685	666	635	13	4	57,1	94.394	1.065	743	96.202	27	0,15	2	37	
HD0418180	0,61	1,42	5,98	HD0485	1.001	630	7	7	207,1	51.360	1.674	1.450	54.483	41	0,26	2	59	
MT30017417MK	4,48	5,57	2,51	MT030	383	307	22	2	67,4	67.476	1.614	1.483	70.573	6	0,73	16	9	
BS1983216CD	0,24	0,47	4,88	IBS	270	522	52	1	0,9	74.500	352	48	74.900	11	0,03	1	14	
HD0636178	0,61	1,43	9,18	HD0685	728	412	13	4	62,4	99.477	823	812	101.112	29	0,19	2	43	
HD0415952BK	0,61	1,42	5,94	HD0495	1.662	744	5	10	351,8	60.557	2.318	1.759	64.633	66	0,43	2	101	
HD1213704EL	0,53	1,24	4,98	HD1285	448	-	18	3	25,5	49.674	836	459	50.969	8	0,10	2	16	
BS1982101JM	0,27	0,52	6,73	IBS	376	315	52	1	1,3	140.514	365	67	140.946	12	0,04	2	16	
BS1983251CD	0,26	0,50	5,86	IBS	287	427	52	1	1,0	94.035	363	51	94.449	12	0,03	2	15	
HI4584185	0,44	0,85	5,59	IHI	267	414	52	1	2,2	88.436	353	112	88.901	16	0,05	3	19	
BI2384207DN	0,44	0,84	6,17	IBI	266	319	17	3	29,5	31.373	317	501	32.191	10	0,05	1	12	
MT3015642MK	4,47	5,56	2,29	MT030	309	332	22	2	54,4	52.746	1.526	1.196	55.468	6	0,59	13	8	
BS1984206	0,25	0,48	4,99	IBS	231	422	52	1	0,8	65.135	294	41	65.470	12	0,02	1	14	
HI4582088JM	0,46	0,89	7,29	IHI	288	334	52	1	2,3	121.078	391	121	121.590	10	0,06	3	13	
BM1984374FR	0,47	0,90	4,30	IBM	604	306	6	9	137,8	18.656	632	827	20.115	11	0,12	1	16	
BS1983263DN	0,27	0,53	6,81	IBS	224	388	52	1	0,8	84.489	367	40	84.895	11	0,03	1	13	



Annex F – Plànols

En aquest Annex es mostra el plànol que s'ha editat i utilitzat per diferents apartats per determinar i mostrar les zones de emmagatzematge, les rutes de distribució interna, la ubicació de les línies i la ubicació de les diverses matèries primes.





Annex G – Tarifes operadors logístics

En aquest Annex es mostra les tarifes per zones i nombre de palets facilitades pels dos operadors logístics filtrat per les zones en que s'hi ubiquen clients.

Denjean Logistique									
DEPT	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6	210	221	239	255	286	308	318	340	358
8	238	257	279	298	344	371	429	458	482
9	132	135	147	156	159	171	175	180	184
11	147	154	167	179	205	220	223	229	231
12	147	154	167	179	205	220	223	229	231
13	196	208	226	241	260	280	282	301	317
14	238	270	292	312	338	364	404	432	454
17	182	215	233	248	266	287	291	301	317
19	154	172	186	199	221	238	245	262	275
22	238	270	292	312	338	364	404	432	454
26	182	196	213	227	234	252	259	268	275
27	210	245	266	284	312	336	343	353	372
29	238	270	292	312	338	364	404	432	454
30	182	208	226	241	247	266	271	281	289
31	115	120	124	128	143	154	158	163	165
32	154	172	186	199	240	259	263	271	275
33	162	180	195	209	252	272	276	284	289
34	175	184	199	213	234	252	259	268	275
35	207	221	239	255	286	308	325	347	365
37	196	208	226	241	260	280	282	301	317
40	162	180	195	209	252	272	276	284	289
42	196	208	226	241	260	280	282	301	317
43	182	208	226	241	260	280	282	301	303
45	196	215	233	248	279	301	306	327	344
47	147	154	167	179	191	206	209	213	214
48	182	208	226	241	260	280	282	301	303
49	196	221	239	255	260	280	306	327	344
50	238	270	292	312	338	364	404	432	454
53	210	221	239	255	273	294	325	347	365
56	210	221	239	255	286	308	325	347	365
57	238	257	279	298	351	378	429	458	482
59	238	257	279	298	351	378	429	458	482
61	210	233	253	270	286	308	331	353	372
63	182	184	199	213	234	252	259	274	275
64	162	180	195	209	232	250	258	272	275
65	147	154	167	179	191	206	209	213	214
66	147	154	167	179	191	206	209	213	214
69	168	190	206	220	247	266	269	288	303
72	203	221	239	255	273	294	325	347	365
76	224	245	266	284	325	350	404	432	454
77	207	230	253	270	286	308	343	366	386
78	207	230	253	270	286	308	343	366	386
79	182	208	226	241	260	280	282	301	317
81	132	135	147	156	159	171	175	180	184
82	132	135	147	156	159	171	175	180	184
83	210	221	239	255	286	308	318	340	358
84	182	196	213	227	247	266	282	301	317
85	182	208	226	241	260	280	282	301	317
86	182	196	213	227	247	266	272	280	289
91	207	230	253	270	286	308	343	366	386
92	207	230	253	270	286	308	343	366	386
93	207	230	253	270	286	308	343	366	386
95	207	230	253	270	286	308	343	366	386

Transport Fornié									
DEPT	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6	183	253	308	374	380	414	532	590	721
8	141	198	218	297	346	368	402	432	459
9	90	121	132	161	185	196	213	224	241
11	90	121	132	161	185	196	213	224	241
12	98	136	150	184	213	230	253	270	292
13	125	176	198	244	283	312	345	374	407
14	138	195	221	272	316	350	388	422	460
17	114	156	173	212	245	266	292	313	338
19	115	152	165	200	229	246	266	281	301
22	132	186	210	259	301	333	368	400	435
26	122	166	195	226	252	283	309	340	366
27	143	202	239	295	343	381	423	461	503
29	143	200	224	276	320	353	391	424	460
30	134	187	210	258	299	329	363	393	426
31	72	98	106	130	149	158	172	180	194
32	90	121	132	161	185	196	213	224	241
33	90	121	132	161	185	196	213	224	241
34	124	174	196	241	280	308	341	369	401
35	125	176	198	244	284	312	346	374	407
37	117	164	184	226	262	287	317	342	372
40	95	131	145	178	206	221	243	259	280
42	109	148	175	204	228	257	282	311	335
43	161	223	262	322	373	414	457	497	540
45	130	183	217	267	310	343	381	413	450
47	80	108	118	144	166	175	191	200	216
48	174	234	271	331	377	421	464	501	545
49	115	160	179	220	255	279	309	332	361
50	148	208	235	289	335	371	411	446	485
53	148	211	249	307	358	398	443	483	527
56	143	200	224	276	320	353	391	424	460
57	127	176	219	264	298	338	373	442	488
59	162	231	273	338	393	440	489	536	585
61	148	208	235	289	335	371	411	446	485
63	153	218	258	319	371	414	461	504	549
64	102	142	158	194	224	243	268	286	310
65	101	139	154	189	219	237	261	279	302
66	98	136	150	184	213	230	253	270	292
69	95	130	155	182	204	231	254	280	303
72	128	177	198	243	281	308	340	366	397
76	154	215	242	297	345	382	423	459	499
77	130	166	183	216	240	251	273	288	309
78	130	166	183	216	240	251	273	288	309
79	103	143	159	195	226	245	270	289	313
81	90	121	132	161	185	196	213	224	241
82	90	121	132	161	185	196	213	224	241
83	167	236	292	354	408	455	504	540	580
84	136	189	212	261	302	333	368	398	432
85	114	156	173	212	245	266	292	313	338
86	114	156	173	212	245	266	292	313	338
91	130	166	183	216	240	251	273	288	309
92	130	166	183	216	240	251	273	288	309
93	130	166	183	216	240	251	273	288	309
95	130	166	183	216	240	251	273	288	309

Comparativa Denjean Logistique - Tarifes actuals (preu per palet)

DEPT	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6				- 22	- 24	- 20		- 18	
7									
8				- 31	- 6	- 2	- 12		
9			14	10					- 3
11	- 22					- 20		- 19	- 17
12	24	21	15		- 2		- 6		
13	- 6		- 19	- 20	- 20		- 19	- 19	
14		- 14	- 15	- 12					
17	- 1	- 14	- 15	1	- 11	- 12	- 13	- 11	
19	- 11			- 7					
22					- 7	- 10	- 12		
26	- 4		- 17	- 17				- 9	
27									
29	- 17	- 14	- 16	- 10			- 12	- 13	- 13
30					1				
31	2	8	5	2	- 2	- 4	1		1
32									
33	- 11	2	- 22	- 8	- 14	- 15		- 13	
34	- 37	- 17		- 23			- 25		
35									
37				- 12					
40	3	- 8							
42	- 71	- 27	- 17	- 16			- 9		
43				- 14		- 17			
45									
47									
48									
49	- 17								
50			- 15			- 21			
53									
56				- 0	- 4	- 4	- 4		
57									
59	- 33					- 15		- 20	
61									
63	- 30	- 12		- 6		- 8			
64	- 38	- 15	- 28	- 28		- 17			
65			44						
66	- 30	- 28	- 22	- 7	- 7				
69	- 21	- 10							
72									
76									
77	- 47	- 20	- 11	- 9	- 3	- 7			
78		- 51	- 38	- 29	- 8	- 1	- 2		- 11
79	- 14		- 21	- 20	- 17	- 11	- 5		
81	- 34	- 22	- 8	- 3	10	12	11	9	
82									
83									
84				- 18					
85	- 14		- 11	- 10			- 17		
86	- 16	- 0					- 15		
91									
92		-		- 7					
93	- 36					- 9	- 7		- 11
95	- 23				3				1

Comparativa Transport Fornié - Tarifes actuals (preu per palet)

DEPT	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6				- 46	- 40	- 35		- 46	
7									
8				- 31	- 6	- 2	- 8		
9			17	9					- 9
11	6					- 17		- 18	- 18
12	49	27	19		- 3		- 9		
13	30		- 12	- 20	- 24		- 27	- 27	
14		11	3	- 4					
17	33	6	0	8	- 7	- 9	- 14	- 13	
19	8			- 7					
22					- 1	- 6	- 8		
26	26		- 12	- 17				- 17	
27									
29	31	10	1	- 3			- 11	- 12	- 14
30					- 7				
31	24	15	9	1	- 3	- 5	- 0		- 2
32									
33	25	21	- 7	2	- 2	- 4		- 6	
34	- 12	- 14		- 29			- 35		
35									
37				- 9					
40	36	8							
42	- 27	- 7	- 4	- 9			- 9		
43				- 30		- 37			
45									
47									
48									
49	24								
50			- 1			- 22			
53									
56				- 4	- 10	- 10	- 12		
57									
59	5					- 24		- 29	
61									
63	- 16	- 23		- 27		- 31			
64	- 8	- 3	- 19	- 25		- 16			
65			47						
66	- 6	- 22	- 18	- 8	- 10				
69	16	10							
72									
76									
77	- 9	2	7	1	5	1			
78		- 30	- 21	- 18	- 1	7	7		- 3
79	26		- 4	- 10	- 11	- 6	- 4		
81	- 13	- 18	- 4	- 3	6	8	6	5	
82									
83									
84				- 25					
85	20		3	- 4			- 18		
86	18	13					- 17		
91									
92		21		4					
93	2					- 1	1		- 3
95	15				11				8